

## 船生演習林における広葉樹天然生林の施業履歴と林相タイプ

## Management history and forest types of naturally regenerated broad-leaved forests in Utsunomiya University Forest at Funyu

新井潤子<sup>1</sup>・逢沢峰昭<sup>1</sup>・松英恵吾<sup>1</sup>・大久保達弘<sup>1</sup>Junko ARAI<sup>1</sup>, Mineaki AIZAWA<sup>1</sup>, Keigo MATSUE<sup>1</sup>, Tatsuhiko OHKUBO<sup>1</sup><sup>1</sup>宇都宮大学農学部森林科学科 〒321-8505 宇都宮市峰町 350<sup>1</sup>Department of Forest Science, Faculty of Agriculture, Utsunomiya University, 350 Mine-machi, Utsunomiya, Tochigi, 321-8505, Japan

## 要 旨

宇都宮大学船生演習林において、広葉樹天然生林の林相タイプの分布と過去の施業履歴や地形との関係を調べるため、これまでの施業履歴の文献調査、林相タイプ図の作成、主要な林相タイプにおける毎木調査、および地理情報を用いた地形解析を行った。施業履歴を調べた結果、船生演習林の広葉樹天然生林は、4林班北部や7林班などにみられる国有林経営時代（1936年以前）に更新が開始された林分と、4林班中部や6林班などにみられる第2次経営期を中心（1959年前後）に更新が開始された林分の2つが優占していた。主要な広葉樹天然生林の林相タイプのうちナラ林は4林班中部や6林班に、ナラ・シデ林とシデ林は4林班北部や7林班に多く見られた。これは、第2次経営期更新開始林分では繰り返しの伐採によって萌芽性の強いナラ林が発達したのに対し、国有林経営時代更新開始林分では、伐採による人為的影響は比較的少なかったため萌芽性の弱いシデ林が成立したためと考えられた。また、主要林相タイプの分布には地形との関係もみられた。このように船生演習林では人為的影響の程度や地形によって、広葉樹天然生林の林相タイプや林分構造に差異が生じたものと考えられた。

キーワード：広葉樹天然生林、林相タイプ、施業履歴、地形

## ABSTRACT

We aimed to assess the relationship between distribution of forest types and management history of naturally regenerated broad-leaved forests in Utsunomiya University Forest at Funyu. We obtained information from historical records of management plan. We surveyed forest types at 1,347 points in the forests, and draw the distribution map. We also conducted topographic analyses using geographic information system and digital elevation model (DEM), and tree survey in each dominant forest types. The historical records indicated that the naturally regenerated broad-leaved forests had two dominant types of forest stands with different management history. The first started to regenerate in the period under control of national forest management plan before 1936, and was located in a northern part of forest compartment FC#4, and a FC#7. The second started to regenerate around 1959 in the second term under control of University forest management plan, and was located in a middle part of FC#4, and a FC#6. Topographic analyses indicated main forest types were likely arranged in the following manner, red pine-oak, oak, oak-hornbeam (*Carpinus* spp.), and hornbeam forests, along the topographical gradient from ridge to valley. Meanwhile, the oak forest mainly occurred in the middle part of FC#4 and the FC#6, which suggested that the oak forests might be established because an oak species has a strong ability of sprouts production against short-term (ca. 20 yrs interval) recurrent clear cuttings carried out in the forests regenerated during the periods of the second management plan. The oak-hornbeam and hornbeam forests were located in the northern part of FC#4 and the FC#7, which implied that a hornbeam species, which has a weak ability of sprouts production, can survive due to a low impact of timber cuttings conducted in the forests regenerated in the age under control of national forest management plan. In conclusion, the distribution of forest types of naturally regenerated broad-leaved forests depended on the forest management history and topography.

Key words: management history, naturally regenerated broad-leaved forests, topography, forest type

## はじめに

薪炭林や農用林といった広葉樹二次林（天然生林）は、戦後のエネルギー革命によって施業放棄されるとともに、木材需要の増加に応じた拡大造林によってスギ・ヒノキの人工林へと転換されてきた<sup>16)</sup>。宇都宮大学農学部附属船生演習林（以下、船生演習林）においても、広葉樹天然生林は人工林へと転換され、残された広葉樹天然生林は現在施業が行われないまま放置されている。しかし、今日、里山を構成する広葉樹林天然生林のもつ生物多様性保全の場としての機能や、野生鳥獣に対する奥山と人里間の緩衝帯としての機能といった、様々な公益的機能が見直されてきている<sup>3)</sup><sup>10)</sup>。さらに、化石燃料の消費自粛ともなっており、木炭、薪、発電燃料といったバイオマス資源としても注目されはじめている<sup>18),19)</sup>。したがって、船生演習林でも今後の広葉樹天然生林の利用に向けて、その施業履歴や主要樹種の分布、蓄積といった基礎データを構築する必要がある。

これまで船生演習林では、演習林内に発達する森林をアカマツ＝ヤマツツジ群集、スギ人工林、ハンノキ＝マアザミ群集の3つの群集に分けた植物社会学的研究<sup>20)</sup>や、アカマツ林の分布と林相変化に関する研究<sup>12)</sup>などが行われている。しかし、広葉樹天然生林に関する基礎データは乏しく、優占種で区分した林相図でさえ7林班のもの<sup>15)</sup>しか存在しない。演習林は大学の教育、研究の場としても重要な役割を持つことから、まずは広葉樹天然生林の基礎データとして、船生演習林全体の主要広葉樹の分布を表した林相図の作成が望まれる。また、広葉樹天然生林の分布や林分構造の決定要因を考えるに当たっては、地形といった自然条件のほかに、人為的影響も強く受けていることから<sup>6)</sup>、施業履歴や施業に影響する集水域といった条件も考慮する必要がある。

本研究は、1) 船生演習林におけるアカマツ林などを含めた天然生林の現在までの施業履歴を整理し、2) 現在の天然生林の林相タイプの分布図(林相タイプ図)を作成した上で、3) 主要な広葉樹天然生林の林相タイプにおいて毎木調査を行い、林相タイプの分布・組成と過去の施業履歴や地形との関係について明らかにすることを目的とした。

なお、本研究で用いた“天然生林”とはスギ・ヒノキの人工林以外の森林をさすものとした。このうち広葉樹が優占する森林を広葉樹天然生林とした。また、本研究では天然生林において、どのような高木性樹種が量的に優占しているかを調べるため、群集を基本単位とする植生図ではなく、高木性樹種の優占種のみに着目した林相タイプ図を作成した。アカマツ人工林はアカマツ天然生林と区分できなかったことから、一括してアカマツ林として扱った。

## 調査地および方法

### 1. 調査地

調査は栃木県塩谷郡塩谷町に位置する船生演習林(36°40'N～36°49'N 139°47'E～139°51'E)で行った。総面積は539.77haで、日光北街道によって

南団地(1林班～3林班)と北団地(4林班～10林班)に二分されている。標高は260m～597mで、10°～30°の傾斜地が多く、場所によっては30°を超える急傾斜地もみられる。基岩は第三紀層石英粗面をこれに関東ロームが覆っている。船生演習林内(標高265m)で観測された気象観測データ(1990～2006年)によると、年平均気温は11.9℃、平均年降水量は1556.7mmである<sup>12)</sup>。また、暖かさの指数<sup>5)</sup>は93.2℃・月である。現在の森林植生は、かつてブナとミズナラを主体としていた森林が伐採・火入れ等の人為的影響を受けて生じたアカマツ、コナラ、クリ、エゴノキ、アカシデおよびヤマツツジなどを主要樹種とする天然生林と、ヒノキ、スギおよびアカマツの植栽によって成立した人工林からなっている。

調査の対象地は船生演習林の小班除地ならびに樹木園を除いた普通林地と制限林地とした。

## 2. 天然生林の施業履歴

### 施業履歴

第1次編成経営案説明書(実行期間1955年から1959年)から第6次経営計画説明書(実行期間2000年から2009年)までの55年間の経営計画の説明書<sup>1),2),7),8),9),17)</sup>から船生演習林のおおまかな施業の流れを調べるとともに、聞き取り調査で得られた情報も加え、天然生林がどのように取り扱われてきたかを調査した。

### 集水域と施業の関係

過去の施業履歴と集水域の関係を調べるため、10mメッシュのDEMデータから集水凹地のベクタデータを作成し、船生演習林を分水嶺で大きく3つの集水域に区分した(図-1)。作成にはGISソフト

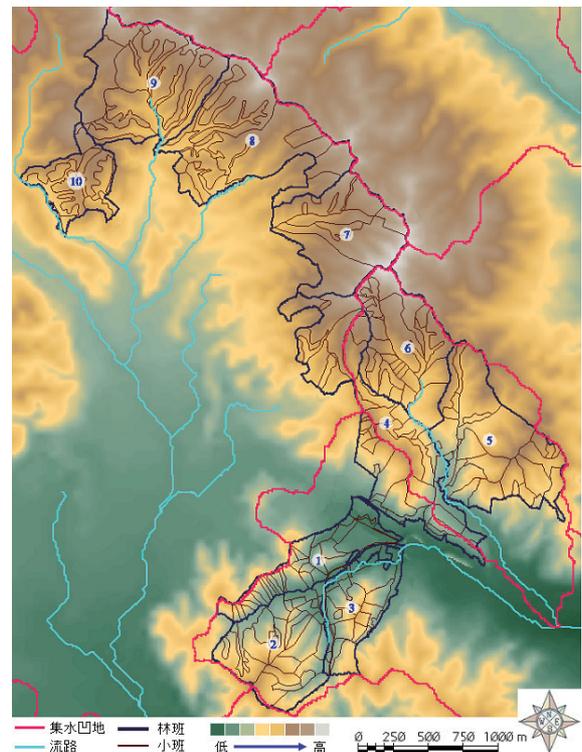


図-1 船生演習林とその周辺部の集水凹地と流路のベクタデータ分布図  
船生演習林と周辺部の10mメッシュのDEMデータから集水凹地のベクタデータを作成した。①～⑩は林班名を指す。

TNTmips2009 (Micro Images 社, USA) の流水解析を使用した。

### 3. 天然生林の林相タイプ

#### 林冠優占種の決定と林相タイプ図の作成

2006年の航空写真を判読し、調査対象地を人工林と天然生林に区分して現在の天然生林の分布図を作成した。分布図の作成には2006年のオルソフォト<sup>12)</sup>と2004年のオルソフォト(松英, 未発表)を使用し、TNTmipsを用いて、船生演習林の林班界ベクタデータ<sup>11)</sup>を基に航空写真で判読した分布域を区分して作成した。次に、天然生林の分布域全体に、約50m間隔に調査ポイントを1,347個設けた。それぞれのポイントでプロットレスサンプリングを行い、Braun-Blanquetの被度の表記に従って、ポイントを中心とする約100m<sup>2</sup>(半径約6mの円内)に生育する高木層で樹冠の被度が5(75%以上)から3(25%から50%)の樹種を記録し、それぞれのポイントにおける優占種を記録した。各調査ポイントへは携帯型GPS(MAP60CSx, 精度:10mRMS未満、95%標準偏差、GARMIN社)のナビゲーション機能を用いて移動した。また、調査では、相観が異なる林分の境界を図面におとした略図を作成した。調査は2009年7月~12月まで28日間かけて行い、天然生林191haに対する踏査距離の総延長は約70kmであった。

次に、優占種の調査結果を基に、被度が大きな樹種に着目して、それぞれの調査ポイントの優占種を決定した(図-2)。被度が3以上の種が1種の場合はその種をそのポイントの優占種とした。被度が3以

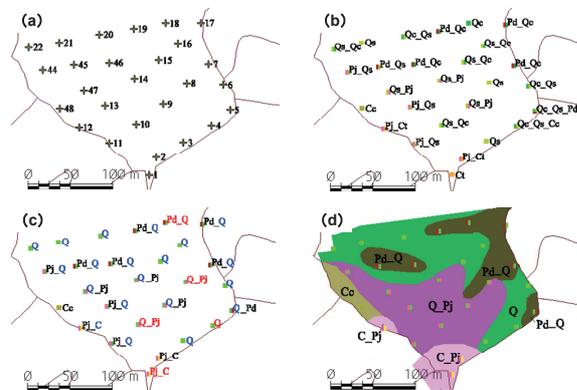


図-2 林相タイプ図作成方法

a: 調査ポイント位置, b: 林冠優占種調査による優占種, c: 面的な優占種の決定, d: 各林相タイプの境界の決定

上の種が2種以上あり、これらの種のいずれかが被度5である場合は被度5の種のみをそのポイントの優占種とし、被度5の種がない場合は出現した全ての種をそのポイントの優占種とした。また、被度が3以上の種がないポイントでは優占種を特に定めなかった(図-2b)。林相タイプ図の使いやすさを考慮すると、林相タイプ名は1種か2種までの優占種の名前をつけるべく単純にすることが望ましい。そこで面的な優占種を決定するにあたって、各ポイントの優占種や調査時の略図を参考にしながら面的に優占している種を1種または2種選び(図-2c)、その優占種の面的な広がりを一つの林相タイプとしてGISソフトで色分

けて塗り分け、林相タイプ図を作成した。この時、それぞれの林相タイプの境界は、航空写真の判読と調査時の略図を参考にして判断した(図-2d)。また、コナラとミズナラは、聞き取り調査の結果、炭などで利用する際には区別されていなかったことから一括してナラ類として扱った。また、同様の理由で、アカシデ、イヌシデ、クマシデについてもシデ類として一括して扱った。2種が優占している林相タイプの命名に当たっては、それぞれの種が単独で優占する林分の面積が大きい方の種を名前の先頭につけた。例えばナラ類とアカマツが優占する林相タイプでは、演習林全体においてはアカマツ林の面積がナラ林の面積より大きかったため、ナラ類とアカマツの優占度にかかわらず、全てアカマツ・ナラ林とした。なお、船生演習林には大陸部に分布するモンゴリナラ(*Quercus mongolica* var. *mongolica*)と形態的に酷似し、近年フモトミズナラ(*Q. serrata* var. *mongolicoides*)と命名されたナラが多くみられる。しかし、その分類学的位置については未だ不明確である。したがって、本研究では、酒井ほか<sup>14)</sup>に従ってミズナラとして扱った。学名は*Q. mongolica* var. *crispula*<sup>4)</sup>を当てた。

#### 地理情報システムを用いた地形解析

各林相タイプの分布と地形との関係性を評価するために、地形を尾根、斜面、谷の3つに区分した斜面3区分のデータを10mメッシュのDEMデータから作成した。作成にはTNTmipsを用い、まずDEMデータから流路と集水凹地のベクタデータを作成した。それぞれの閾値はInletが16ピクセル、Outletが128ピクセル、Branchが64ピクセル、Basinが128ピクセルとした。次に流路と集水凹地のベクタデータからそれぞれの距離ラスタを作成し、その2枚のラスタデータを組み合わせることによって地形を尾根、斜面、谷の3つの地形区分に等分した(図-3a)。本研究では作成された林相タイプ図のベクタデータと斜面区分図を重ね合わ

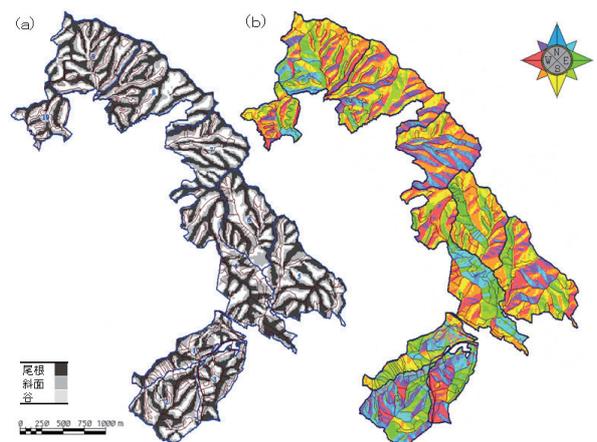


図-3 斜面3区分(a)および斜面方位9区分(b)のラスタデータ  
斜面方位9区分の凡例において平坦地(無方位)は灰色で示した。

せて、各林相タイプにおけるポリゴン内の斜面3区分それぞれのピクセル数をカウントし、尾根は1、斜面は2、谷は3の数値をあてて、ピクセル数で重み付けして加重平均をとり、林相タイプごとの地形特性を比較した。つまり、加重平均値が1に近いほど尾根地形

の要素が強く、3に近いほど谷地形の要素が強くなる。なお、境界セルについてはその一部分でも当該の地形区分のポリゴン内に含まれていればその地形区分に属するものとしてカウントした。このため、ピクセル数は実際の値より大きくなった。

さらに、各林相タイプの分布と斜面方位との関係性を評価するために、斜面方位を北西、北、北東、東、南東、南、南西、西の8方位と平地の9つに区分した斜面方位ラスタデータを10mメッシュのDEMデータから作成した。作成にはTNTmipsを用い、まず地形解析から北を0、東を90、南を180、西を270とする0から359までの値をもつ連続データと平地を-1とするラスタデータを作成した。その後、0から359までの連続データを8方位に等分し、斜面方位のラスタデータとして9つに区分した(図-3b)。そして、林相タイプ図のベクタデータを用いて、林相タイプごとにそれぞれのラスタデータ値のピクセル数をカウントし、集計して林相タイプごとの斜面方位の面積割合を算出した。

主要な広葉樹天然生林の林相タイプの林分構造

本研究で得られた林相タイプ図を基に毎木調査を行い、広葉樹天然生林の林分構造を調べた。この際、林相タイプ図でアカマツ林と区分された領域は中山(ほか<sup>12)</sup>で既に報告済みであるため毎木調査の対象外とし、アカマツ・ナラ林やアカマツ・シデ林といった林相タイプは広葉樹天然生林の一部として毎木調査の対象とした。調査プロット数はそれぞれの林相タイプの面積に応じて決定した。18の林相タイプの林分において10m×10mのプロットを合計78プロット設定した。各調査プロットでは最大傾斜、斜面方位、階層構造として高木層、亜高木層、低木層の高さの範囲を測定した。胸高直径(以下、DBHと呼ぶ)が5cm以上の種については種名、DBH、階層を記録した。そして、DBHを基にして胸高断面積を計算し、優占度として樹種ごとの胸高断面積(BA)合計を求めた。

毎木調査データの統計解析

人為的影響を受け続けた林分ではナラ類の萌芽株が多くなると予想されることから、人為的影響の強さの指標として、ナラ類が主として出現する林相タイプにおいて、ナラ類1株あたりの平均幹数の違いを分散分析(ANOVA)および多重比較検定(TukeyのHSD検定)によって検定した。検定には統計ソフトJMP version4.0.5(SAS Inc., USA)を用いた。

結果

1. 天然生林の施業履歴と林相変化

経営計画説明書による天然生林の施業履歴

船生演習林の天然生林における施業履歴の概要を表-1に示した。船生演習林は1937年(昭和12年)に国有林矢板営林署矢板事業区の一部が農林省から文部省に管理換されて宇都宮高等農林学校演習林として設定された。従来は用材生産に重点を置き、皆伐用材林作業級として取り扱われていたが、地元集落に対する薪炭材の供給がかなり多く、薪炭林面積が普通林地の中20%を占めていることなどから、第1次経営案で

表-1 船生演習林における天然生林の施業履歴の概要

年代	経営期	経営計画		森林の取り扱ひ方		
		森林区分	作業級	天然生林に関する制限	広葉樹林	アカマツ林
~1937年	国有林経営時代	6林班				
1937年	国有林経営時代	80林班・643小區		・学術参考林	・1939年 薪炭実習園地	・国有林経営時代の造林地に侵入
1937年	国有林経営時代					
1937年	宇都宮高等農林学校演習林として設置					
1955年	第1次経営期	10林班・120小區	皆伐用材林 皆伐薪炭林	・学術参考林を広葉樹老齢林分として保護林に設定	・地元集落への薪炭材の供給	・用材林 ・更新:天然下種更新
1960年	第2次経営期	10林班・155小區	皆伐用材林 皆伐薪炭林	・広葉樹老齢林分保護林解除 →1964年前後に伐採 ・落葉採取林設定 ・炭伐期林分保護林設定		・用材林 ・更新:天然下種更新 1964年から新植
1970年	第3次経営期	10林班・178小區	皆伐用材林 皆伐薪炭林	・農家林業試験林設定 ・天然更新試験林設定 ・落葉採取林解除 ・炭伐期林分保護林設定	・薪炭材需要の減少 ・薪炭林作業級消失	・用材林 ・更新:新植
1980年	第4次経営期	10林班・201小區	皆伐用材林	・天然更新試験林追加 ・量水試験林		・学生実習用に小面積 ・利用
1990年	第5次経営期	10林班・222小區	皆伐用材林			・用材林 ・更新:無し
2000年	第6次経営期	10林班・238小區	皆伐用材林	・林地保全のための保安林急増		・伐採無し

は作業級として皆伐用材林(406.53ha)と皆伐薪炭林(91.13ha)が編成された。皆伐薪炭林では目的樹種がクスギ、コナラ、ミズナラ、クリおよびその他広葉樹で作業種は皆伐作業、伐期は20年で萌芽によって更新させるといった施業方法であった。

その後昭和30年代に国内経済の発展に伴って木材需要が急上昇したため、木材の増産を図るために第1次経営案が中途改訂となり、1960年から第2次経営案による経営が始まった。第2次経営期においても作業級は皆伐用材林と皆伐薪炭林の2つの作業級を設定していた。

1970年代になると労務事情や生活様式の変化に伴い、演習林の薪炭林や落葉採集林としての働きも急速に失われたため、第3次経営案以降では薪炭林はなくなり、普通林地は全て皆伐用材林として取り扱われることになった。また、第5次まではアカマツも用材として多く伐採されたが、第6次ではアカマツは生産されなかった。

経営計画説明書による面積・蓄積の変遷

第1次から第5次までの経営計画説明書と第6次経営期の森林調査簿から、それぞれの年代の面積と蓄積を年齢別に示したものが図-4である。第1次経営期や第2次経営期の初期には9年齢から12年齢のアカマツ林や広葉樹天然生林が140ha弱ほどみられるが、第2次経営期において過熟老齢林の整理が急速に進められ、40年後の第6次経営期の初期には17年齢から20年齢の天然生林が50haほどまで減少した。

アカマツ林と広葉樹天然生林の年齢別の変化は調査年ごとに基準が異なり、林齢の判断も困難なため単純

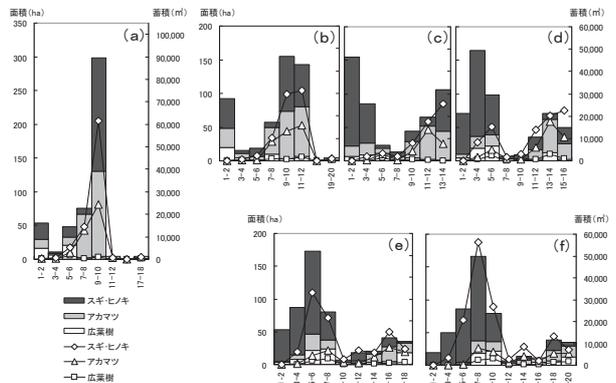


図-4 各経営期初期における年齢別の面積と蓄積

棒グラフが面積を、折れ線グラフが蓄積をそれぞれ示す。なお、折れ線グラフは累積の値である。a: 第1次経営期(1954年)、b: 第2次経営期(1959年)、c: 第3次経営期(1969年)、d: 4次経営期(1979年)、e: 第5次経営期(1989年)、f: 第6次経営期(1999年)

に比較することはできないが、天然生林は第6次経営期の初期に8-9齢級を中心とする林分と18-19齢級を中心とする林分の2つの山に分かれた。第6次経営計画ではアカマツの伐採は行われていないため、第6次経営期の終わりを迎える今年も基本的に天然生林は10-11齢級を中心とする林分と20-21齢級を中心とする林分のふた山に分かれた。

1999年の調査簿の林齢による天然生林の更新開始時期

第6次の森林調査簿の林齢から、2009年時点で10-11齢級と20-21齢級を中心とした天然生林が多かったことから、林齢73年から105年の国有林経営時代に更新開始時期を持つ林分（以下、国有林経営時代更新開始林分と呼ぶ）、林齢40年から72年の暫定経営時代から第2次経営期に更新開始時期を持つ林分（以下、第2次経営期更新開始林分）、林齢10年から39年までの第3次経営期から第5次経営期までに更新が開始された林分（以下、第3次経営期以降更新開始林分）の3つにまとめた。ここで“更新開始時期”とは、当該小班において森林調査簿上で皆伐が行われ、林齢が0になった時期を指すものとする。この区分により、2006年の航空写真判読によって明らかになった天然生林での更新開始時期3区分図を作成した（図-5）。

この更新開始時期3区分のデータに集水凹地のベクタデータを重ねあわせた結果、集水凹地のベクタデータは4林班を3つに分割するとともに、演習林を南団地と4林班南部を含む集水域、4林班中部と5林班、6林班を含む集水域、および4林班北部と7林班、8林班、9林班、10林班を含む集水域の3つに分割した（図-5）。基幹林道の入り口や演習林事務所に近い4林班中部と6林班では演習林設置後皆伐薪炭林として利用されており、第2次経営期更新開始林分が多くなっていた。一方、この反対側の集水域である4林班北部から7林班にかけては国有林経営時代更新開始林分が

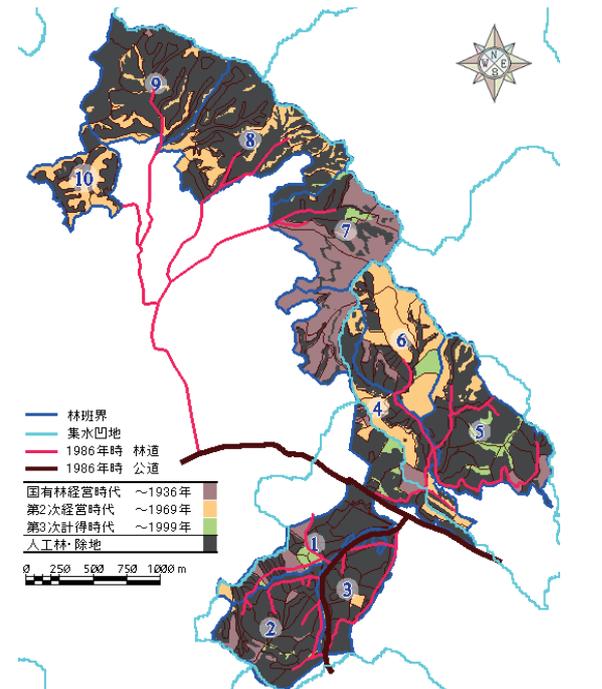


図-5 集水域単位における更新開始時期別の3区分の分布図

広がっており、分水嶺を境に更新開始時期が分かれていた。4林班北部から7林班は公道から遠い上、1986年時点で林道が通っていなかったことから（図-5）、公道から比較的近い4林班中部や6林班とは異なる立地条件にあった。また、4林班北部や7林班と同じ集水域にまとめられた8林班や9林班、10林班は人工林の尾根沿いに天然生林が比較的多くみられ、第2次経営期更新開始林分が広がり、国有林経営時代更新開始林分とはまた異なる立地にあった。1林班、2林班、3林班および4林班南部では天然生林の分布は少なく、更新開始時期もそれぞれ異なっていた。

2. 天然生林の林相タイプ  
船生演習林における林相タイプ

現地調査と航空写真の判読によって作成した林相タイプ図を図-6に示した。林相タイプは、1種が優占するものが7タイプ、2種が優占するものが12タイプ、

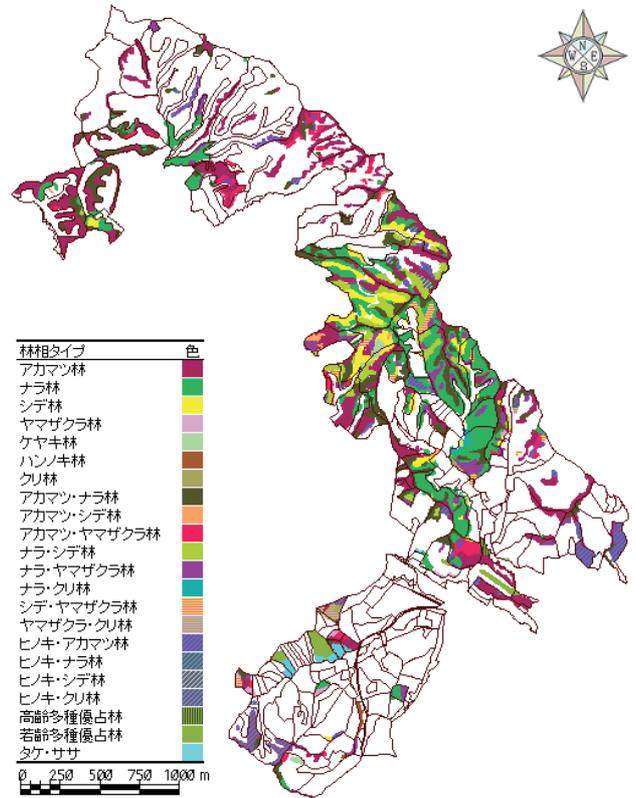


図-6 天然生林の林相タイプ図

広葉樹やアカマツとヒノキが混交する林相タイプは天然生林に含めたが、ヒノキ、スギおよびヒノキ・スギ混交人工林は対象外とした。

表-2 林相タイプ別の面積とプロット数

林相タイプ	略号	面積(ha)	プロット数
アカマツ林	Pd	50.79	0
ナラ林	Q	44.95	18
アカマツ・ナラ林	Pd,Q	27.50	13
ナラ・シデ林	Q,C	10.60	8
シデ林	C	10.02	10
ナラ・ヤマザクラ林	Q,Pj	9.87	10
ヒノキ・アカマツ林	Co,Pd	9.83	0
アカマツ・ヤマザクラ林	Pd,Pj	6.74	3
若齢多種優占林	ta,y	3.45	2
シデ・ヤマザクラ林	C,Pj	2.66	3
タケ・ササ	P	1.96	0
ヤマザクラ林	Pj	1.39	3
ケヤキ林	Zs	1.21	1
ヤマザクラ・クリ林	Pj,Cc	1.07	1
ヒノキ・ナラ林	Co,Q	0.72	1
アカマツ・シデ林	Pd,C	0.70	1
ナラ・クリ林	Q,Cc	0.60	1
ヒノキ・シデ林	Co,C	0.51	0
高齢多種優占林	ta,h	0.47	1
ハンノキ林	Aj	0.46	0
クリ林	Cc	0.41	2
ヒノキ・クリ林	Co,Cc	0.10	0

特定の優占種をもたない多種優占林が2タイプ、タケ・ササが優占する1タイプの合計22タイプがみられた。各林相タイプの面積を表-2に示した。天然生林の中で一番広く分布していたのは50.79haのアカマツ林で、以下、順にナラ林(44.95ha)、アカマツ・ナラ林(27.50ha)ナラ・シデ林(10.60ha)、シデ林(10.02ha)であった。これらの5タイプで、演習林の天然生林の77%を占めていた。これ以外のほとんどの林相タイプは10ha未満で局所的に分布するのみであった。各林相タイプの分布と詳細については附録に示した。

主要な林相タイプの分布特性

天然生林の林相タイプの中で面積の大きかったアカマツ林、ナラ林、アカマツ・ナラ林、ナラ・シデ林、シデ林の5タイプについてその分布特性をみた。

各林相タイプの林班ごとの面積割合を図-7に示した。ナラ林は特に4林班中部や6林班に多くみられ、

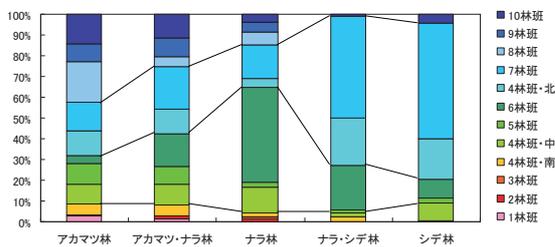


図-7 主要な林相タイプごとの出現林班の割合

演習林は3つの集水域によって構成されており、青系統は北側の集水域の林班、緑系統は東側の集水域の林班、黄色系統の色は南側の集水域の林班を表す。なお、4林班は集水域ごとに北、中、南部に分けた。

シデ林とナラ・シデ林は4林班北部や7林班に多く分布するといった、地理的な偏りがみられた。

各林相タイプの更新開始時期ごとの面積を図-8に示した。ナラ・シデ林とシデ林は、アカマツ林、アカ

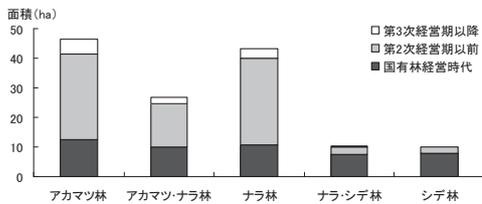


図-8 主要な各林相タイプにおける更新開始時期別面積

マツ・ナラ林およびナラ林とは対照的に国有林経営時代更新開始林分に偏って分布していた。

林相タイプの分布と斜面3区分との関係を図-9に示した。シデ林は加重平均の値が2.4となっており、

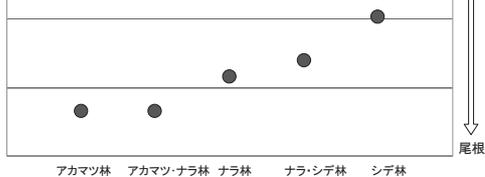


図-9 主要な林相タイプが出現する地形特性

各林相タイプのポリゴンに含まれる斜面3区分のラスターデータの値を、集計して加重平均したもの。ラスターデータの値は、3が谷地形、1が尾根地形、2は中間斜面を示す。

谷地形よりに分布していた。ナラ・シデ林は値が1.9で、斜面地形に分布していたが、シデ類の優占する林分は

尾根地形にはあまりみられなかった。アカマツ林やアカマツ・ナラ林は値が1.5前後であり、尾根地形に分布する傾向が強かった。

各斜面方位の面積割合を図-10に示した。北西、北、北東を北とし、南西、南、南東を南としてまとめると、

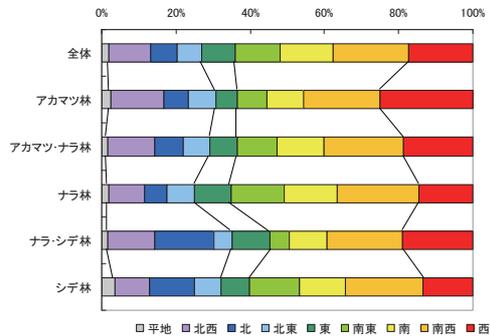


図-10 主要な林相タイプが出現する斜面方位の面積割合

ナラ・シデ林では天然生林全体の割合と比較して北斜面に多くみられた。しかし、ナラ林やシデ林では天然生林全体の割合と差があまりみられず、斜面方位の影響は全体的にはみられなかった。

主要な広葉樹天然生林の林相タイプの林分構造

広葉樹天然生林として占める面積の大きいナラ林、アカマツ・ナラ林、ナラ・シデ林、シデ林の4タイプの林分構造を示した。ナラ林では18プロット、アカマツ・ナラ林では13プロット、ナラ・シデ林では

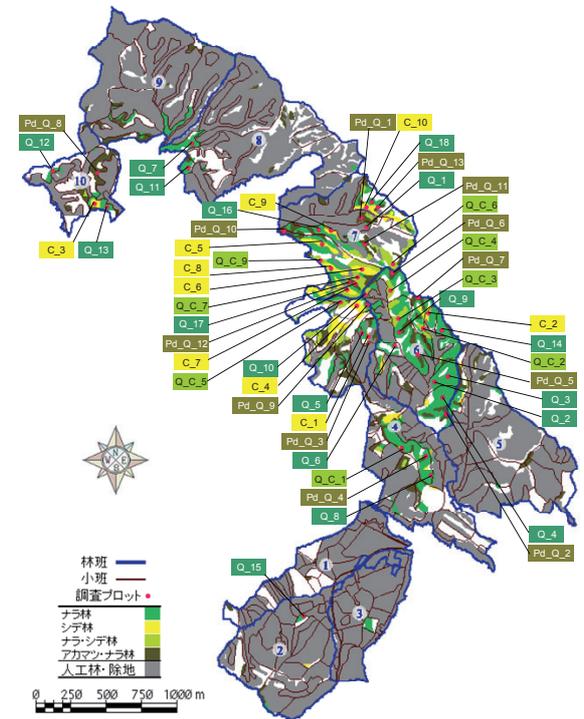


図-11 毎木調査プロットの位置図

8プロット、シデ林では10プロット設置した(図-11, 表-2)。

ナラ林：各プロットの樹種ごとの胸高断面積(以下BAと呼ぶ)合計と幹数を表-3に示した。また、高木性樹種の直径階別出現幹数は図-12に示した。ナラ類の相対胸高断面積合計は多くのプロットにおい



表-5 ナラ・シデ林 (Q,C) における DBH5cm 以上の種ごとの BA 合計 (m<sup>2</sup>/ha) と幹数 (本/h a)

種名	Q.C.1		Q.C.2		Q.C.3		Q.C.4		Q.C.5		Q.C.6		Q.C.7		Q.C.8		
	4ヶ 48(2)	5ヶ 51(2)	6ヶ 51(2)	6ヶ 51(2)	6ヶ 51(2)	6ヶ 51(2)	6ヶ 51(2)	6ヶ 51(2)	7ヶ 104(4)								
コナラ	23.1	500	5.7	200	25.2	700	8.2	400	9.4	300	-	-	12.6	500	22.2	200	
ミズナラ	-	-	22.1	400	-	-	10.5	400	-	-	25.0	900	6.8	200	-	-	
アカシデ	2.3	300	11.6	1,100	4.5	500	8.4	1,300	8.7	400	0.6	500	3.6	200	12.3	300	
リョウブ	0.9	200	-	-	-	-	2.1	700	7.4	1,000	0.3	100	3.9	500	-	-	
アオハダ	5.6	800	-	-	1.0	300	-	-	-	-	0.2	100	3.6	400	-	-	
イヌナ	1.2	200	-	-	9.1	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
エゴノキ	-	-	-	-	0.3	100	1.2	300	-	-	-	-	-	-	-	6.1	400
ネジキ	0.9	200	0.3	100	3.6	700	-	-	-	-	0.3	100	0.6	200	-	-	
ウミズグサ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7	200	1.7	100	
ウリハダカエデ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2	100	0.5	100	-	-	-	
アズキナシ	0.9	100	-	-	-	-	-	-	-	1.6	100	-	-	-	-	-	
アオダモ	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	300	-	-	-	-	-	-	
アカヤシオ	0.4	100	-	-	-	-	-	-	0.5	200	1.0	300	-	-	-	-	
ウラジロノキ	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	100	0.6	100	0.5	100	-	-	
キブシ	-	-	-	-	1.3	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
マツク	-	-	0.6	200	-	-	-	-	-	0.3	100	-	-	-	-	-	
タカノツメ	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	100	0.2	100	-	-	-	-	
ヒノキ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	200	-	-	-	-	-	
ウリハダ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	100	-	-	-	-	-	
ミズメ	-	-	-	-	0.6	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
シラキ	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	200	-	-	-	-	-	-	
カヤ	-	0.4	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
イヌシデ	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	100	-	-	-	-	-	-	
合計	35.2	2,400	40.6	2,100	45.0	2,600	31.9	3,200	26.6	1,900	45.1	3,300	36.8	2,700	42.4	1,000	

各プロット名の下の段に、林小班名と2009年時点での林齢を示した。括弧内は、更新開始時期を示し、国有林経営時代は(国)、第2次経営期以前は(2)、第3次経営期以降は(3)で示した。

径木にはシデ類が多くみられ、ナラ林の直径階分布と同様に小径木のナラ類が少なくなっていた。ナラ類については、プロット Q\_4、Q\_5 および Q\_6 で萌芽株がみられたが、ほとんどのプロットでは単幹株がみられた(図-13)。

シデ林：各プロットの樹種ごとの BA 合計、幹数、高木性樹種の直径階別出現幹数はそれぞれ表-6、図-12 に示した。シデ林では全体的にアカシデが優占するプロットが多かったが、プロット C\_2 や C\_4 などではイヌシデが優占していた。直径階分布をみると国有林経営時代更新開始林分のシデ林では中径木のナラ類が数本みられ、プロット C\_5 や C\_10 では大径のシ

表-6 シデ林 (C) における DBH5cm 以上の種ごとの BA 合計 (m<sup>2</sup>/ha) と幹数 (本/h a)

種名	C.1		C.2		C.3		C.4		C.5		C.6		C.7		C.8		C.9		C.10	
	4ヶ 45(2)	5ヶ 48(2)	6ヶ 51(2)	6ヶ 51(2)	6ヶ 51(2)	6ヶ 51(2)	6ヶ 51(2)	6ヶ 51(2)	7ヶ 104(4)											
アカシデ	12.8	1,200	-	-	13.4	900	3.5	300	21.6	300	17.6	700	25.1	1,600	24.6	900	13.9	800	8.0	600
イヌシデ	-	-	12.8	700	-	-	24.1	700	16.5	100	-	-	-	-	-	-	-	-	23.1	300
コナラ	-	-	-	-	6.7	100	-	-	5.0	12.8	20.0	9.2	100	15.8	200	8.3	200	-	-	-
イヌナ	-	-	-	-	2.6	400	-	-	23.2	500	-	-	2.1	300	-	-	-	-	2.9	200
ホノノキ	8.1	100	14.2	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヤマザクラ	-	-	-	-	7.4	200	-	-	10.4	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ミズナラ	6.4	100	-	-	5.6	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
クマシデ	1.8	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.5	200	-	-	-	-	-
サワグルミ	8.1	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イヌヤシオ	-	-	-	-	1.5	200	-	-	4.2	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アオハダ	-	-	-	-	1.5	200	-	-	-	-	2.6	100	-	-	-	-	-	-	-	-
カスザクラ	-	-	-	-	3.5	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
モミ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	100	2.6	100	-	-	-	-	-	-
エゴノキ	-	-	2.4	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ハクウンボク	-	-	-	-	1.3	200	-	-	-	-	0.6	100	-	-	-	-	-	-	-	-
シラキ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	200	-	-	-	-	-	-	-	-
ミヤマザマシ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	200	-	-	-	-	-	-	-	-
アワブキ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	100	0.4	100	-	-
ウリハダ	-	-	-	-	0.7	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アオダモ	-	-	-	-	0.5	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イロハモジ	-	-	-	-	0.4	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カヤ	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	37.2	1,800	29.5	1,200	21.7	1,300	49.5	1,800	65.5	1,500	41.3	1,000	52.8	2,700	49.5	1,400	25.5	1,300	31.5	1,000

各プロット名の下の段に、林小班名と2009年時点での林齢を示した。括弧内は、更新開始時期を示し、国有林経営時代は(国)、第2次経営期以前は(2)、第3次経営期以降は(3)で示した。

デ類もみられたが、シデ類は中径木以下の太さがほとんどであった。また、プロット C\_3 や C\_5、C\_7 および C\_9 では小径木のイヌナがみられた。

ナラ林、アカマツ・ナラ林、ナラ・シデ林における、ナラ類の1株あたりの平均幹数についてみると、ナラ林で有意に多かった(ANOVA, p<0.05; Tukey の HSD 検定, p<0.05) (図-14)。

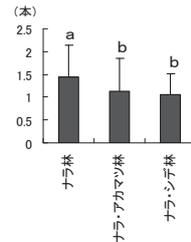


図-14 ナラ類が優占する主要な広葉樹天然生林の林相タイプにおけるナラ類の1株あたりの平均幹数

バーは標準偏差を表す。アルファベットの違いは、平均値間に有意差 (p<0.05) があることを示す。

考 察

1. 広葉樹天然生林の林相タイプと施業履歴

22タイプの天然生林のうち、主要な広葉樹天然生林の林相タイプは、ナラ林、アカマツ・ナラ林、ナラ・シデ林、シデ林であった。これらの林相タイプの分布の違いは、尾根、斜面、谷といった地形の違いを反映していた。しかし、一方で、4林班中部と6林班にナラ類が多く、4林班北部と7林班にはシデ類が多いという地理的偏りがみられた。

船生演習林の経営計画説明書を調べた結果、演習林の天然生林は大きく分けて国有林経営時代に更新が開始された20齢級前後の林分と、第2次経営期を中心に皆伐され、更新が開始された10齢級前後の林分の2つに大きく分かれた。国有林経営時代更新開始林分は主に4林班北部や7林班にまとまって分布しており、第2次経営期更新開始林分は4林班中部や6林班に分布していた。これは基幹林道の入り口に近い4林班中部と6林班に対し、入り口から遠く、分水嶺を越えた反対斜面に位置する4林班北部と7林班においては施業が大きく異なっていたことを示唆する。つまり、4林班北部と7林班ではシデ林の分布と4林班中部や6林班ではナラ林といった広葉樹天然生林の林相タイプの地理的偏りは、これらの林班で行われた過去の施業履歴の違いに起因していると推論される。

この施業の違いは、毎木調査で得られた各林相タイプの林分構造の違いによって説明することができる。現在日本でみられるコナラ林は萌芽更新した天然生林が多く、そこに生育する個体は数本の幹からなることが多い<sup>21)</sup>。また、薪炭林として適切に管理されてきたナラ林はほぼ純林状になる。コナラやミズナラは萌芽再生能力が高い樹種ではあるが、コナラでは樹齢が40年以上になると伐採後無萌芽株が増加し、ミズナラでも老齢になると萌芽再生能力が低下することが知られている<sup>4)</sup>、<sup>21)</sup>。したがって、伐採間隔が長い施業林分では、ナラ類の萌芽旺盛時期から外れるためにシデ類、エゴノキ、カンバ類が多くなるといわれている<sup>16)</sup>。船生演習林のナラ林でもナラ類の優占度が非常に高く、ナラ類の萌芽株が多いことから、薪炭林として人為的影響を強く受けてきた林分であると考えられる。また、逆に、イヌナは伐採などの流域規模での大規模攪乱が起きると個体群が消失しやすいといわれている<sup>13)</sup>。このことから4林班中部や6林班では基幹林道の入り口に近く、過去に薪炭林として長年利用され続けてきた結果、シデ類やイヌナなどの薪炭材

に向かない樹種が減少し、ナラ類の優占する林分が形成されてきたと考えられる。

一方、4林班北部と7林班に広がるシデ林の一部（プロットC\_5、C\_7およびC\_9）や、アカマツ・ナラ林の一部（プロットPd\_Q\_10～12）では小径木のイヌブナがみられた。また、ナラ・シデ林ではナラ林に比べてナラ類の1株当たりの萌芽幹数が有意に少なかった。これらのことから、4林班北部や7林班は基幹林道の入り口から遠いという地理的制約によって伐採はなされたものの、その頻度や強度といった点で人為的影響が小さかったため、シデ類やイヌブナが残ったと考えられる。その結果、ナラ林、アカマツ・ナラ林、ナラ・シデ林、シデ林などの広葉樹天然生林の林相タイプの配置に地理的偏りが生じたと考えられる。

今回の調査では船生演習林の天然生林の基礎データとして22の林相タイプを区分し、図示することができた。この林相タイプ図は、天然生林の林冠優占種を多数の調査ポイントと全林分を巡る調査ルートによって詳細に調査して作成したものである。これまで演習林の広葉樹天然生林では森林調査簿に樹種の記載はほとんどなく、林齢などわずかな情報が得られるに過ぎなかった。今回作成した林相タイプ図によって、広葉樹天然生林の優占種とその分布といった基礎データを構築することができた。しかし、毎木調査の結果からわかるように、同じ林相タイプでも林齢や小班によって直径階別本数や優占種以外の樹種構成などの林分構造に差異がみられた。また、林相タイプ間の分布の違いに影響を与えてきた薪炭林施業が行われなくなつてからすでに半世紀が経過している。これらのことから、今後遷移が進むにつれ、林冠で優占する樹種が置き換わり、別の林相タイプに変わる可能性が考えられる。このような優占種の遷移も含め、大学の実習や研究の基礎資料として林相タイプ図が利用されることを期待したい。

## 2. 今後の課題

広葉樹天然生林の施業履歴については、大きな施業単位しか明らかにできなかったため、今後は演習林の元職員の方や、周辺住民の方への聞き取り調査を通して、具体的な施業の強度や頻度などの情報を収集する必要がある。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、多くの方々にご指導とご協力をいただいた。

演習林の飯塚和也准教授には船生演習林に関する多くの情報を提供いただいた。森林計画・計測学研究室の内藤健司教授には演習林の経営計画説明書を借用させていただいた。宇都宮大学附属船生演習林の職員の方々には調査、宿泊、調査器具の貸し出し、聞き取り調査に際し、毎回温かいご対応とご協力を賜った。また塩谷町の植木甚五郎氏より聞き取り調査を通して、多くの情報を提供いただいた。2名の査読者の方には、本研究をまとめるにあたり、有益なコメントをいただいた。森林生態学・育林学研究室OBの新井諭氏と

OGの中山みどり氏には航空写真の林相判読やGISソフトの使用にあたり、多くのご指導をいただいた。とりわけ中山みどり氏にはアカマツ林の林相図のベクタデータなどを提供いただいた。森林計画・計測学研究室の方々にはデータ整理や解析に際し、パソコンをお借りした。毎木調査やデータ解析に際しては、森林生態学・育林学研究室の諸氏ならびにOB・OGの方々のご協力をいただいた。以上の方々には厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 藤原 信・松尾 毅・内藤健司：船生経営区第5次編成経営計画説明書 平成元年度調査、宇都宮大学農学部附属演習林、栃木、52pp (1990)
- 2) 藤原 信・内藤健司：船生経営区第4次編成経営計画説明書 昭和54年度調査、宇都宮大学農学部附属演習林、栃木、59pp (1980)
- 3) 石井実監修・自然保護協会編：生態学からみた里やまの自然と保護、講談社、東京、242pp (2005)
- 4) 金指あや子・金指達郎：ミズナラ（日本樹木誌、日本樹木誌編集委員会、日本林業調査会、東京）、p635-667 (2009)
- 5) 吉良竜夫：日本の森林帯、林業解説シリーズ17、日林協、36pp (1949)
- 6) 小見山章：森の記憶－飛騨・荘川村六廬の森林史－、京都大学学術出版会、京都、240pp (2000)
- 7) 近藤正巳・長田英雄・松尾 毅・田崎 政・田村カズ子：船生経営区第3次編成経営案説明書 昭和44年度調査、宇都宮大学農学部附属演習林、栃木、60pp (1970)
- 8) 近藤正巳・長田英雄・大金永治：船生経営区第1次編成経営案説明書 昭和29年度調査、宇都宮大学農学部附属演習林、栃木、49pp (1955)
- 9) 近藤正巳・長田英雄・大金永治・松尾 毅：船生経営区第2次編成経営案説明書 昭和34年度調査、宇都宮大学農学部附属演習林、栃木、73pp (1960)
- 10) 丸山徳次・宮浦富保編：里山学のすすめ－「文化としての自然」再生に向けて、昭和堂、京都、379pp、(2007)
- 11) 松英恵吾・内藤健司：宇都宮大学船生演習林・太郎山演習林GISデータセット作成、宇大演報、40、p95-99 (2004)
- 12) 中山みどり・逢沢峰昭・松英恵吾・大久保達弘：船生演習林における過去31年間（1975年～2006年）のアカマツ林の林相変化、宇大演報、46、p7-18 (2010)
- 13) 大久保達弘：イヌブナ（日本樹木誌、日本樹木誌編集委員会、日本林業調査会、東京）、p73-103 (2009)
- 14) 酒井 敦・大久保達弘・谷本丈夫：宇都宮大学船生演習林高等植物目録（1993）、宇大演報、30、p27-58 (1994)
- 15) 坂井田一浩：宇都宮大学船生演習林7林班の植生分布と地形変化の対応、宇都宮大学農学部森

- 林科学科平成7年度卒業論文、54pp (1996)
- 16) 谷本丈夫：広葉樹施業の生態学、創文社、東京、245pp (1990)
- 17) 谷本丈夫・内藤健司・田坂聡明・小金沢正昭：宇都宮大学農学部附属演習林船生経営区第6次編成経営計画説明書 平成11年度調査、宇都宮大学農学部附属演習林、栃木、46pp (2000)
- 18) 津布久隆：補助事業を活用した里山の広葉樹林管理マニュアル、全国林業改良普及協会、東京、

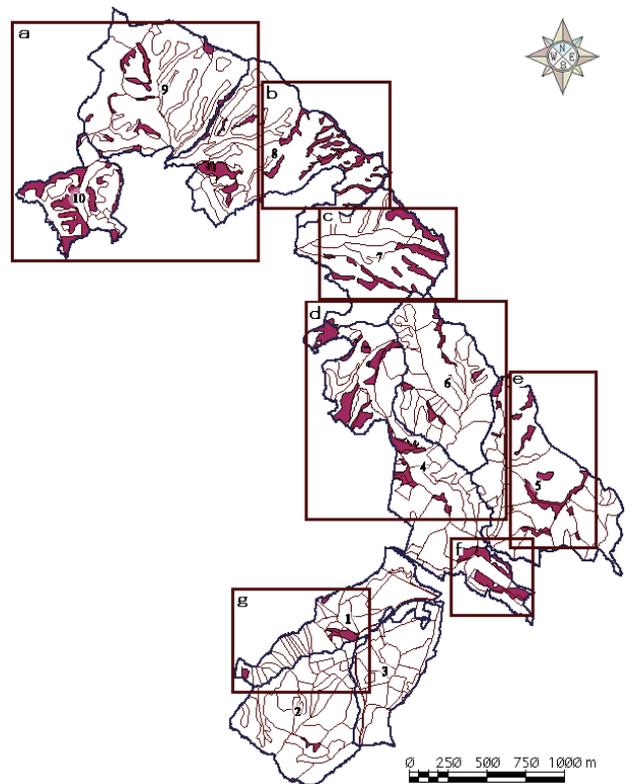
- 108pp (2008)
- 19) 恒川篤史：里地自然を保全するための長期的戦略 (里山の環境学、武内和彦・鷲谷いづみ・恒川篤史編、東京大学出版会、東京)、p204-218 (2001)
- 20) 薄井 宏：人工造林地の植物社会学的研究 - 1、宇都宮大学船生演習林の植生図示と造林学的意義 -、宇大演報、4-5、p27-34 (1966)
- 21) 横井秀一：コナラ (日本樹木誌、日本樹木誌編集委員会、日本林業調査会、東京)、p287-341 (2009)

### 附 録 凡 例

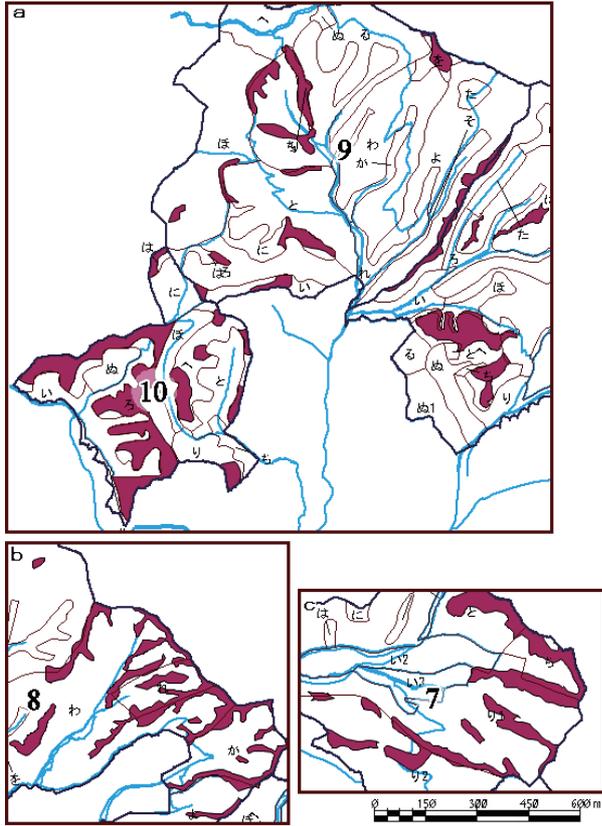
- ・分布図では各林相タイプの分布範囲を色のついた領域で示した。
- ・林道は水色で、林班界は藍色のラインで示した。
- ・分布図中の十字記号は毎木調査プロットの位置を表す。
- ・複数の優占種からなる林相タイプの分布図については、その優占種が単独からなる林相タイプ (例えば、ナラ・シデ林の場合は、シデ林、ナラ林を指す) や周囲に広くみられる林相タイプの分布域も併せて表示した。
- ・附表においては、各プロット名の下段に林小班名と2009年時点の林齢を記載した。
- ・各林相タイプのプロット名と位置は以下の附表-1の通り。

附表-1 各林相タイプのプロット名と位置

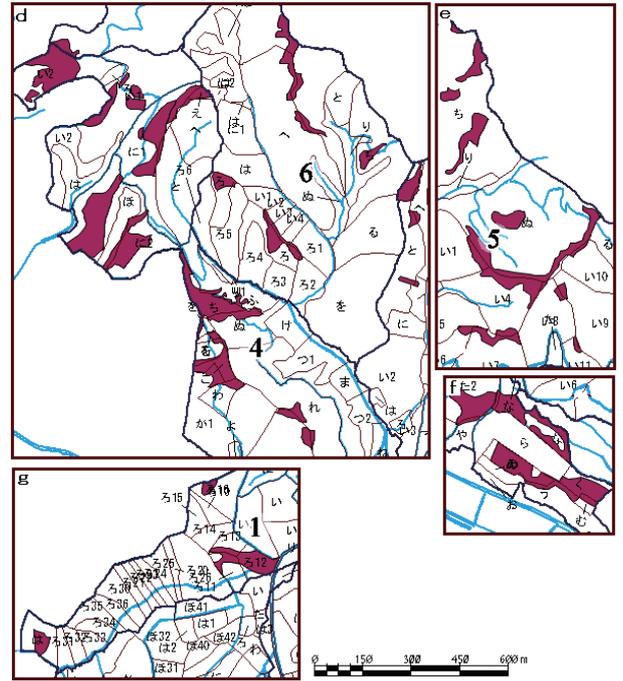
林相タイプ	プロット	緯度(N)	経度(E)	標高(m)	林相タイプ	プロット	緯度(N)	経度(E)	標高(m)
ナラ林	Q,1	36° 47' 20"	139° 49' 27"	400	アカマツ・ヤマザクラ林	Pl,C	36° 47' 01"	139° 48' 07"	400
	Q,2	36° 46' 44"	139° 49' 47"	350		Pl,Q,1	36° 45' 60"	139° 49' 13"	300
	Q,3	36° 46' 45"	139° 49' 51"	380		Pl,Q,2	36° 47' 32"	139° 48' 48"	380
	Q,4	36° 46' 40"	139° 49' 49"	370	Pl,Q,3	35° 45' 18"	139° 49' 49"	300	
	Q,5	36° 46' 05"	139° 48' 26"	460	ナラ・シデ林	Q,C,1	36° 46' 28"	139° 49' 36"	390
	Q,6	36° 46' 52"	139° 49' 36"	410		Q,C,2	36° 46' 56"	139° 49' 44"	450
	Q,7	36° 47' 39"	139° 48' 37"	350		Q,C,3	36° 46' 59"	139° 49' 37"	440
	Q,8	36° 46' 22"	139° 49' 46"	380		Q,C,4	36° 47' 05"	139° 49' 34"	510
	Q,9	36° 46' 55"	139° 49' 37"	430		Q,C,5	36° 47' 02"	139° 48' 29"	460
	Q,10	36° 47' 04"	139° 49' 27"	550		Q,C,6	36° 47' 11"	139° 49' 35"	570
	Q,11	36° 47' 33"	139° 48' 27"	380		Q,C,7	36° 47' 08"	139° 49' 25"	480
	Q,12	36° 47' 33"	139° 47' 38"	410	Q,C,8	36° 47' 12"	139° 48' 14"	450	
	Q,13	36° 47' 24"	139° 48' 13"	380	ナラ・ヤマザクラ林	Pl,P,1	36° 46' 46"	139° 49' 49"	370
Q,14	36° 46' 56"	139° 49' 49"	440	Q,P,2		36° 46' 34"	139° 49' 48"	330	
Q,15	36° 45' 49"	139° 49' 10"	320	Q,P,3		36° 47' 34"	139° 48' 44"	390	
Q,16	36° 47' 19"	139° 49' 14"	390	Q,P,4		36° 46' 28"	139° 49' 43"	370	
Q,17	36° 47' 07"	139° 49' 22"	460	Q,P,5		36° 46' 55"	139° 49' 39"	420	
Q,18	36° 47' 26"	139° 49' 29"	480	Q,P,6		36° 47' 02"	139° 49' 42"	510	
シデ林	C,1	36° 46' 54"	139° 49' 28"	440	Q,P,7	36° 46' 53"	139° 49' 36"	410	
	C,2	36° 46' 60"	139° 49' 45"	400	Q,P,8	36° 46' 53"	139° 49' 53"	420	
	C,3	36° 47' 25"	139° 48' 10"	380	Q,P,9	36° 46' 60"	139° 49' 08"	380	
	C,4	36° 47' 01"	139° 48' 25"	510	Q,P,10	36° 47' 01"	139° 49' 26"	480	
	C,5	36° 47' 16"	139° 49' 15"	410	ナラ・クリ林	Q,C	36° 46' 36"	139° 48' 43"	330
C,6	36° 47' 10"	139° 49' 26"	490	シデ・ヤマザクラ林		C,P,1	36° 46' 53"	139° 49' 27"	420
C,7	36° 47' 05"	139° 49' 22"	460		C,P,2	36° 47' 06"	139° 49' 36"	530	
C,8	36° 47' 10"	139° 49' 17"	430	C,P,3	35° 45' 49"	139° 48' 41"	320		
C,9	36° 47' 19"	139° 48' 17"	410	ヤマザクラ・クリ林	Pl,C	36° 46' 04"	139° 49' 11"	320	
C,10	36° 47' 24"	139° 49' 27"	450		Q,C	36° 47' 24"	139° 48' 39"	450	
ヤマザクラ林	Pl,1	36° 46' 00"	139° 49' 12"	290	瀬新多種優占林	ts,h	36° 45' 18"	139° 49' 50"	290
	Pl,2	36° 45' 48"	139° 48' 51"	310		ts,v,1	36° 45' 57"	139° 49' 08"	310
	Pl,3	36° 45' 45"	139° 48' 08"	320		ts,v,2	36° 47' 21"	139° 48' 32"	470
ヤマザクラ	ts	36° 46' 59"	139° 49' 23"	450	アカマツ・ナラ林	Pl,Q,1	36° 47' 22"	139° 48' 26"	460
	Cl	36° 46' 35"	139° 49' 43"	320		Pl,Q,2	36° 46' 37"	139° 48' 48"	400
クリ林	Cl,1	36° 46' 05"	139° 48' 13"	290		Pl,Q,3	36° 46' 53"	139° 49' 28"	430
	Pl,Q,4	36° 46' 27"	139° 49' 45"	380		Pl,Q,4	36° 46' 27"	139° 49' 45"	380
	Pl,Q,5	36° 46' 50"	139° 49' 27"	410		Pl,Q,5	36° 46' 50"	139° 49' 27"	410
	Pl,Q,6	36° 47' 09"	139° 49' 35"	590		Pl,Q,6	36° 47' 09"	139° 49' 35"	590
	Pl,Q,7	36° 47' 03"	139° 49' 42"	550		Pl,Q,7	36° 47' 03"	139° 49' 42"	550
	Pl,Q,8	36° 47' 32"	139° 48' 10"	390		Pl,Q,8	36° 47' 32"	139° 48' 10"	390
	Pl,Q,9	36° 47' 02"	139° 49' 28"	530		Pl,Q,9	36° 47' 02"	139° 49' 28"	530
	Pl,Q,10	36° 47' 19"	139° 49' 04"	360		Pl,Q,10	36° 47' 19"	139° 49' 04"	360
	Pl,Q,11	36° 47' 47"	139° 49' 27"	460		Pl,Q,11	36° 47' 47"	139° 49' 27"	460
	Pl,Q,12	36° 47' 07"	139° 49' 24"	500		Pl,Q,12	36° 47' 07"	139° 49' 24"	500
	Pl,Q,13	36° 47' 24"	139° 49' 31"	470		Pl,Q,13	36° 47' 24"	139° 49' 31"	470



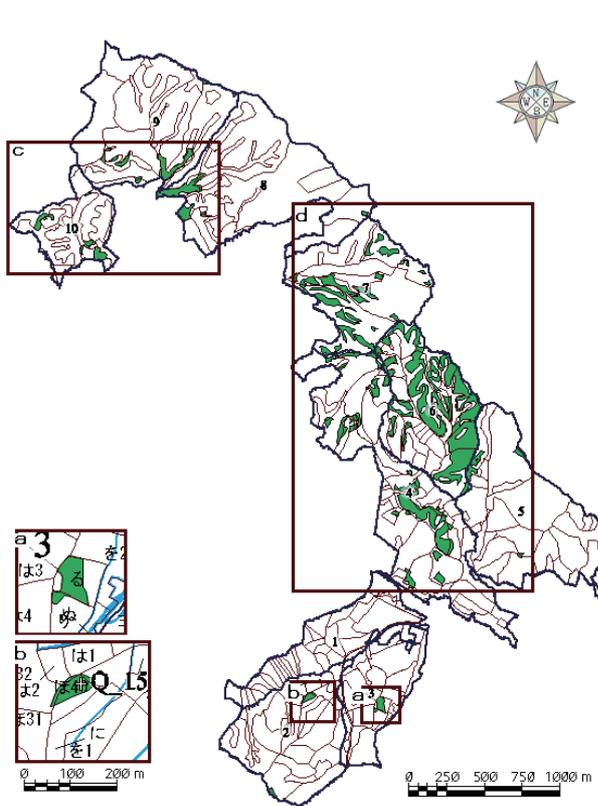
附图-1 アカマツ林の分布図



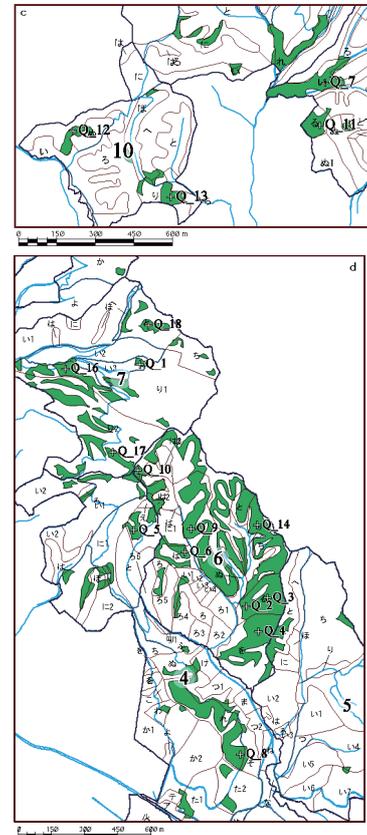
附図-2 アカマツ林の分布図 (a~c)



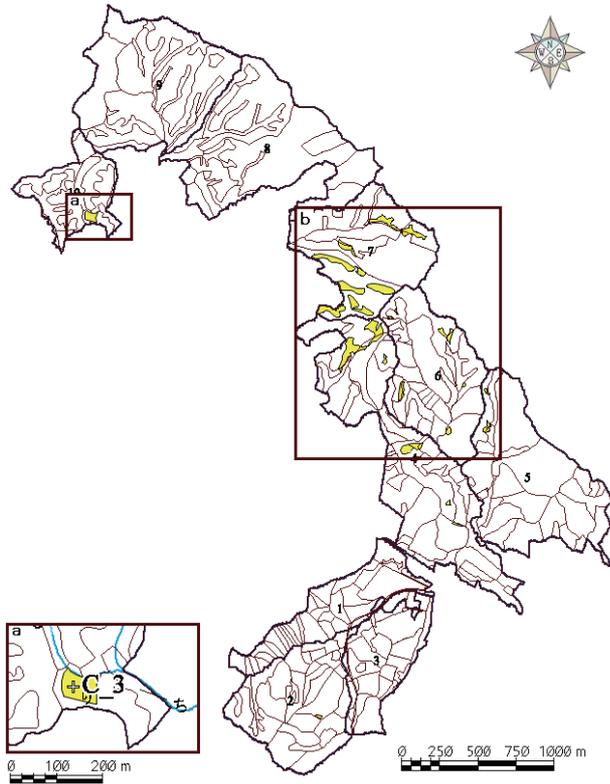
附図-3 アカマツ林の分布図 (d~g)



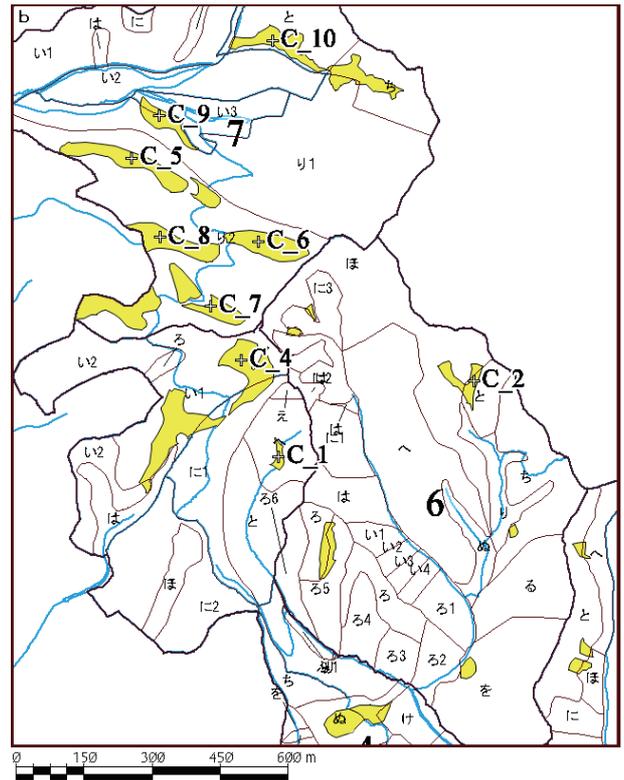
附図-4 ナラ林の分布図



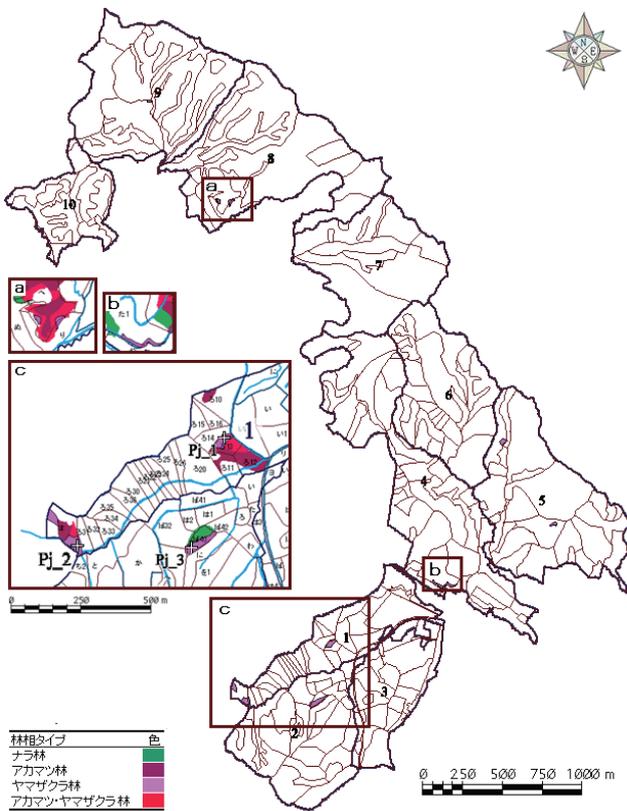
附図-5 ナラ林の分布図 (cおよびd)



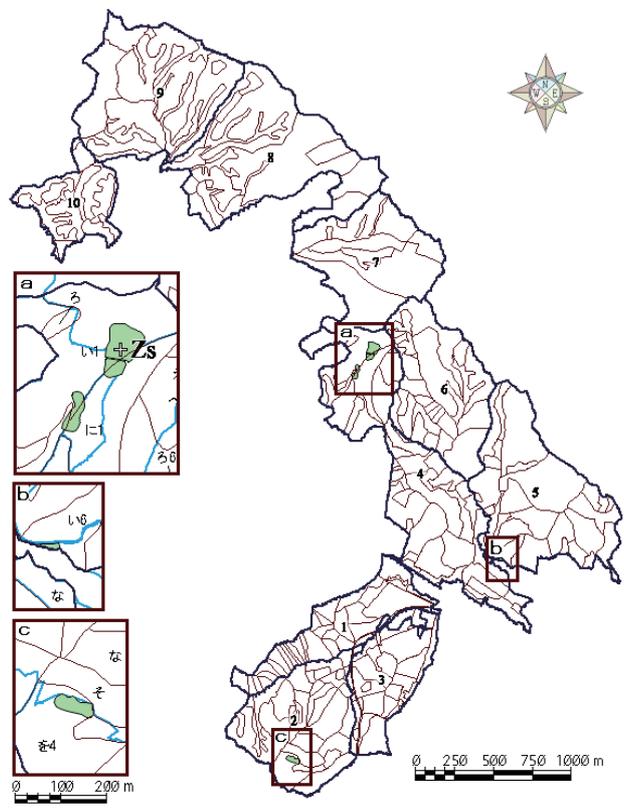
附図-6 シデ林の分布図



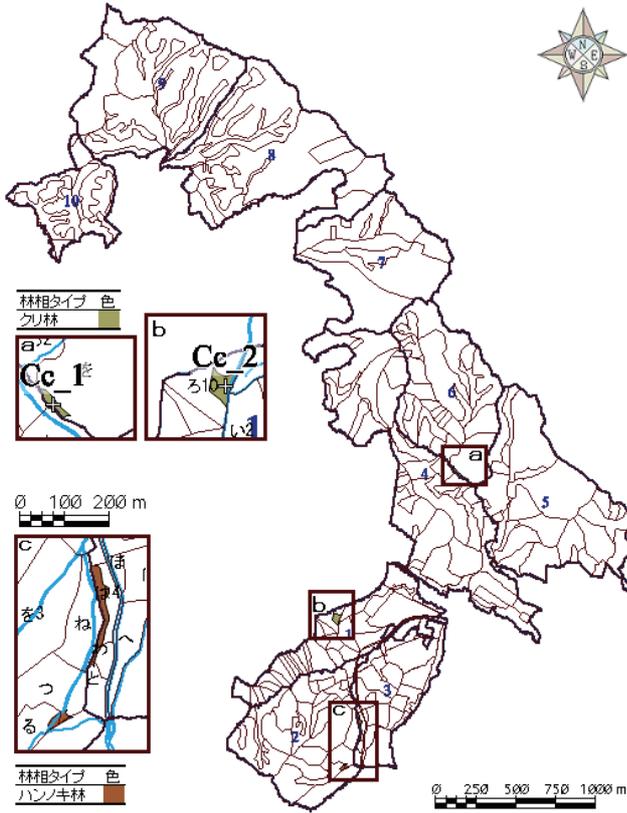
附図-7 シデ林の分布図 (b)



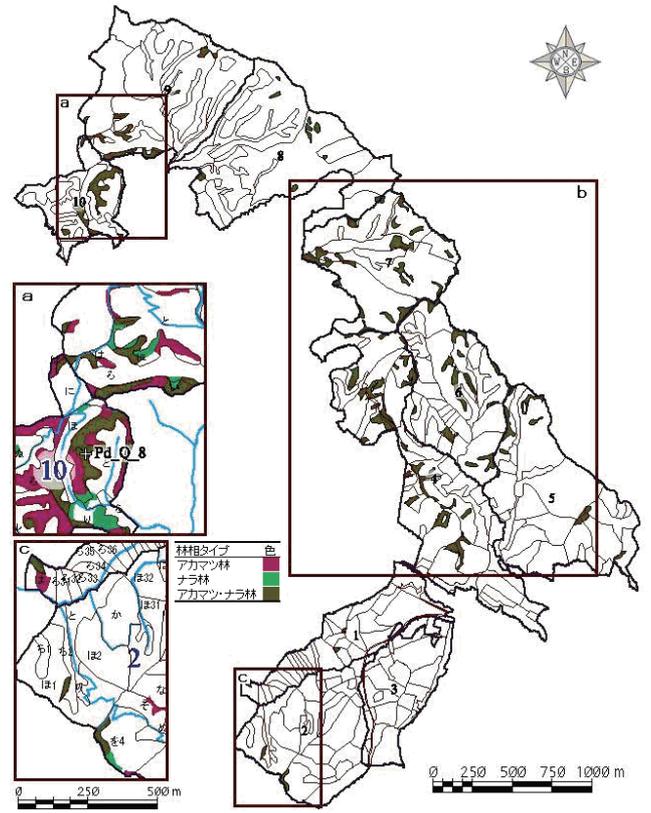
附図-8 ヤマザクラ林の分布図



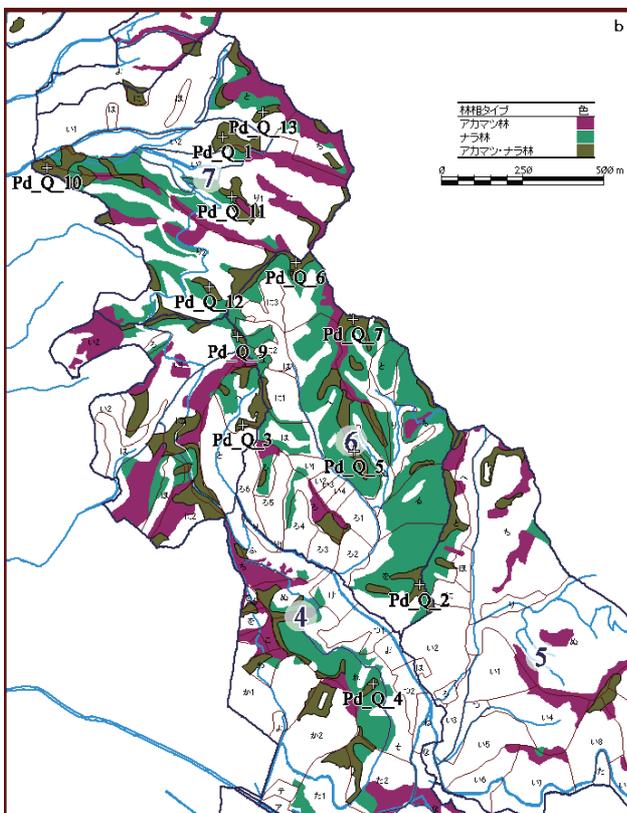
附図-9 ケヤキ林の分布図



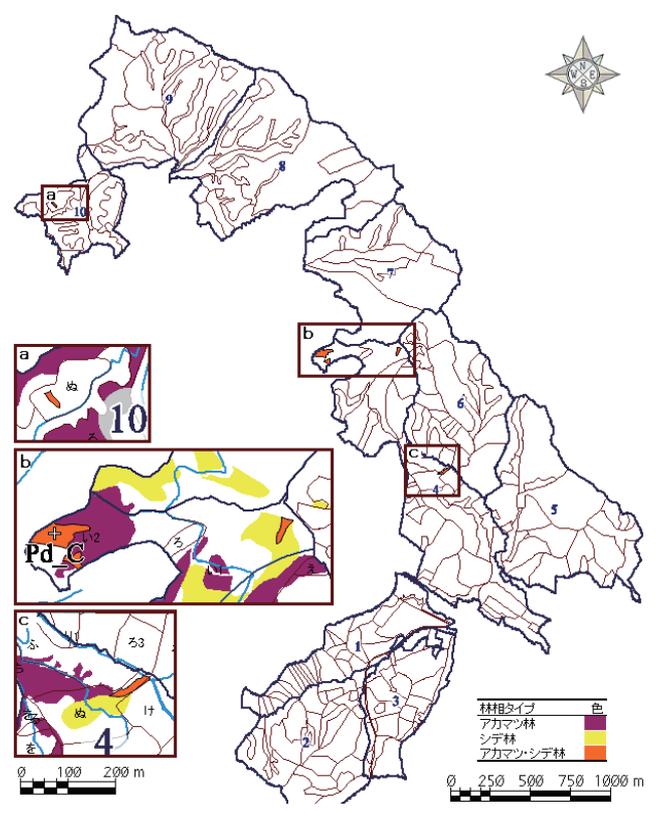
附図-10 ハンノキ林とクリ林の分布図



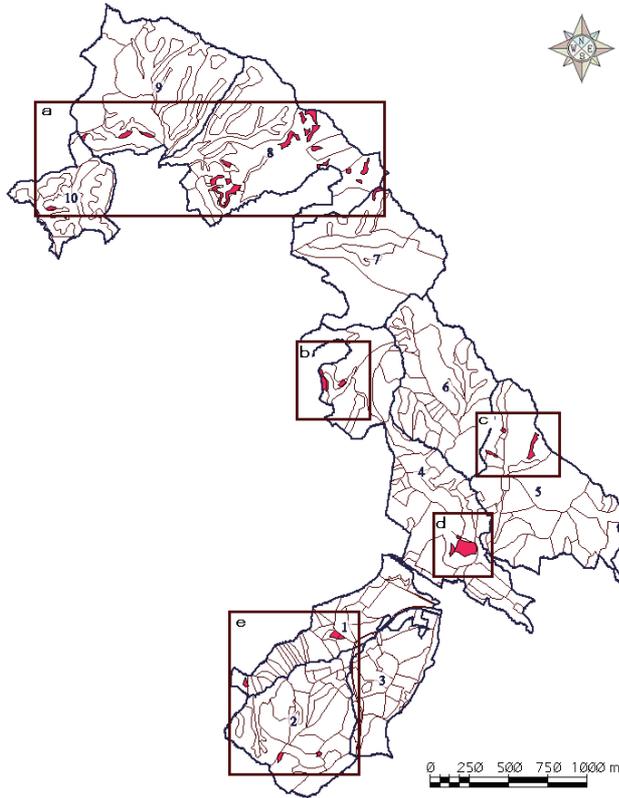
附図-11 アカマツ・ナラ林の分布図



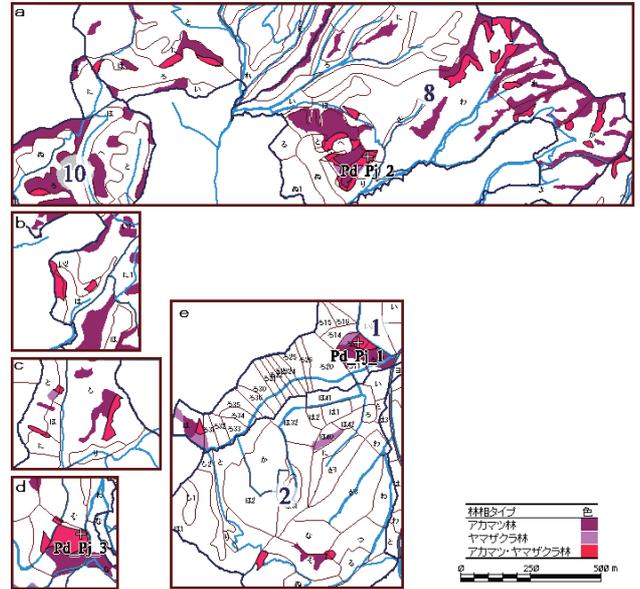
附図-12 アカマツ・ナラ林の分布図 (b)



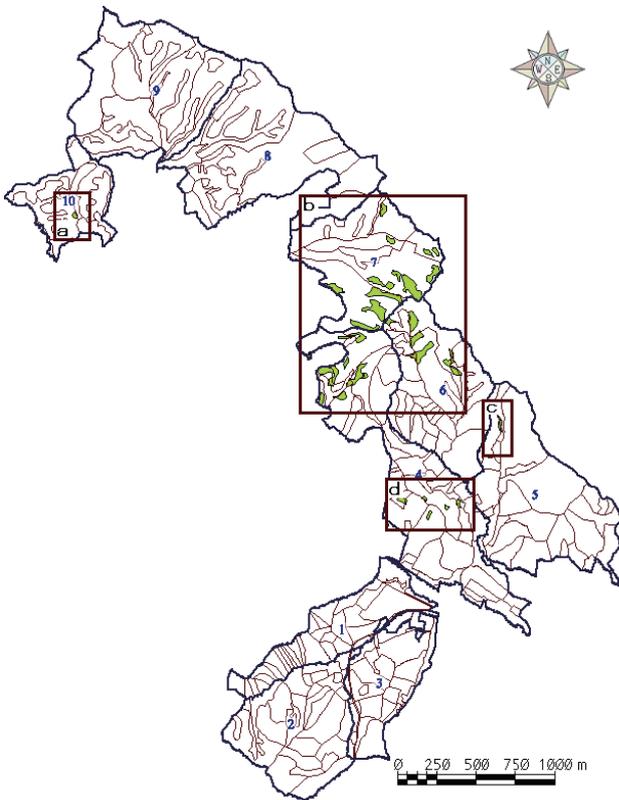
附図-13 アカマツ・シデ林の分布図



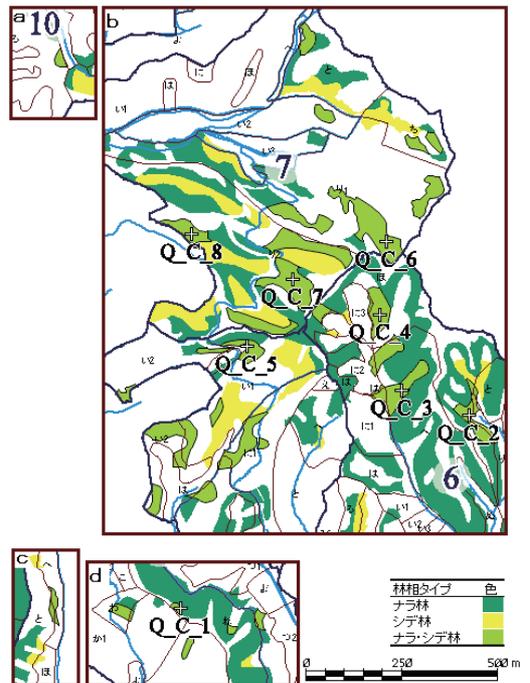
附図-14 アカマツ・ヤマザクラ林の分布図



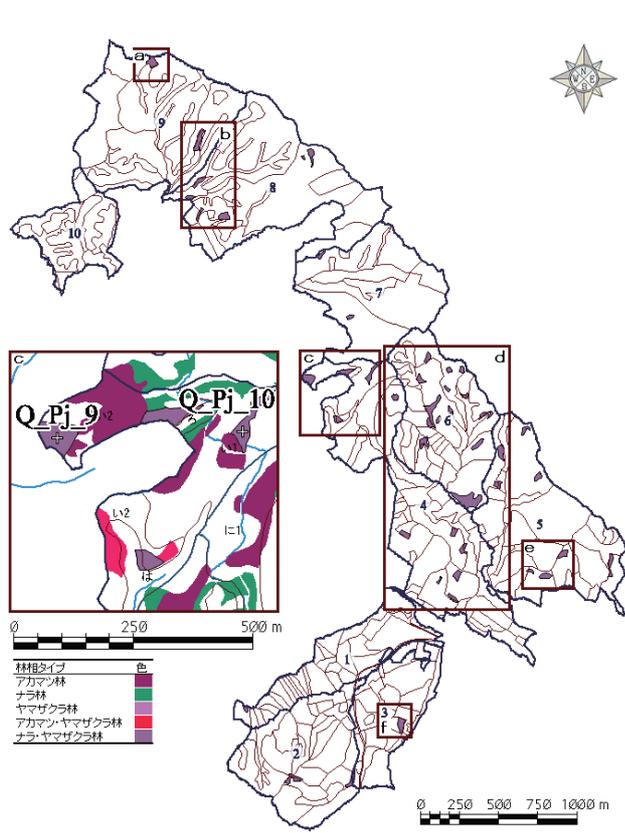
附図-15 アカマツ・ヤマザクラ林の分布図 (a~e)



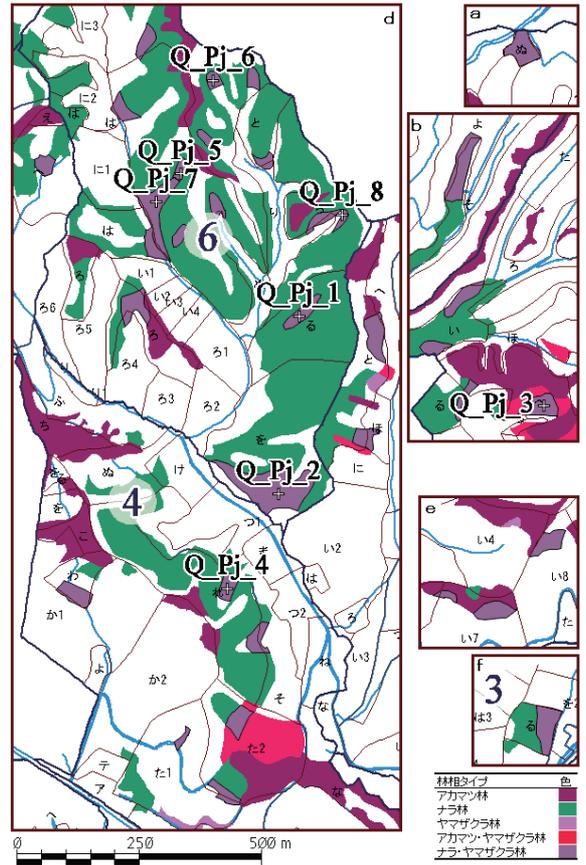
附図-16 ナラ・シデ林の分布図



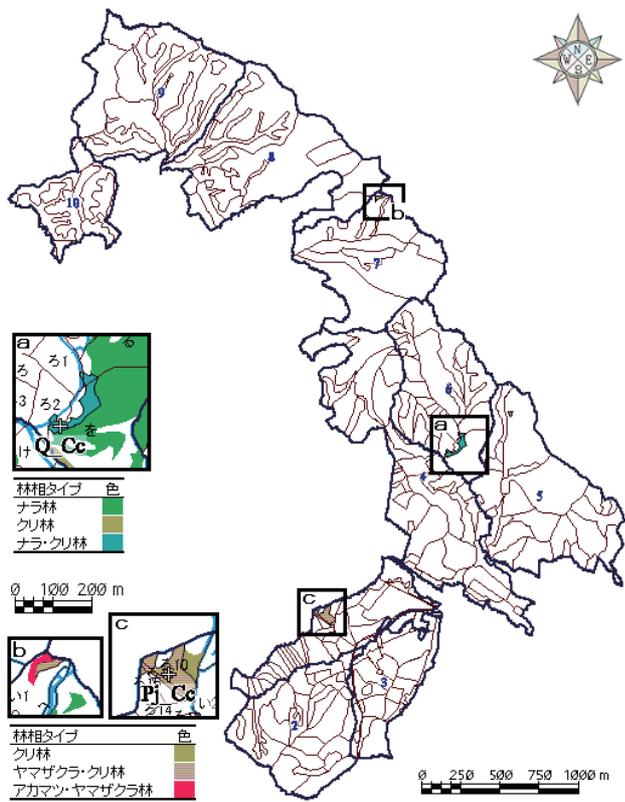
附図-17 ナラ・シデ林の分布図 (a~d)



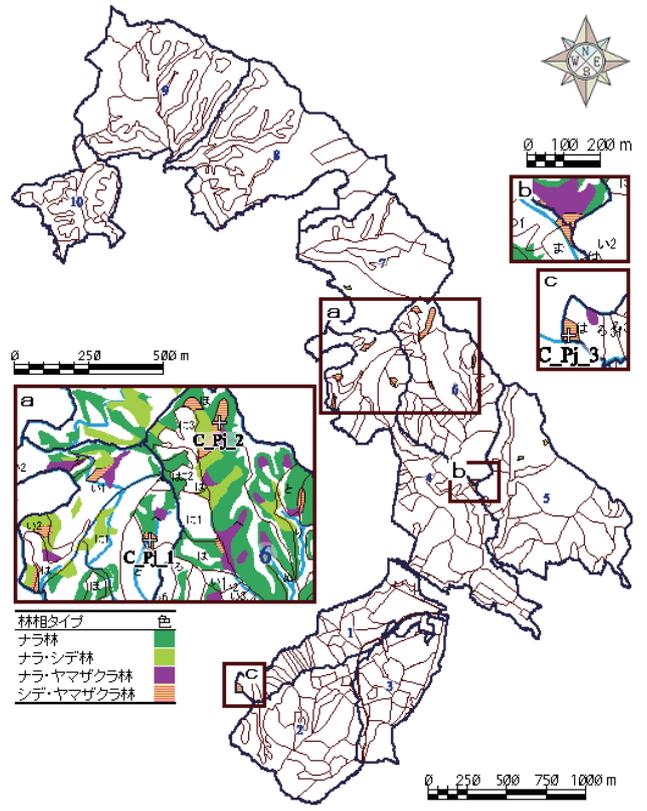
附図-18 ナラ・ヤマザクラ林の分布図



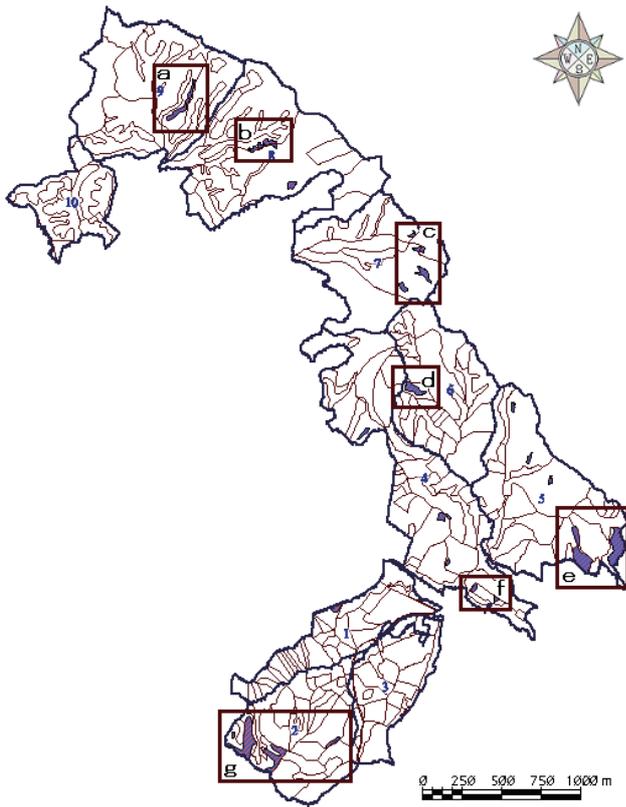
附図-19 ナラ・ヤマザクラ林の分布図 (a, b, d~f)



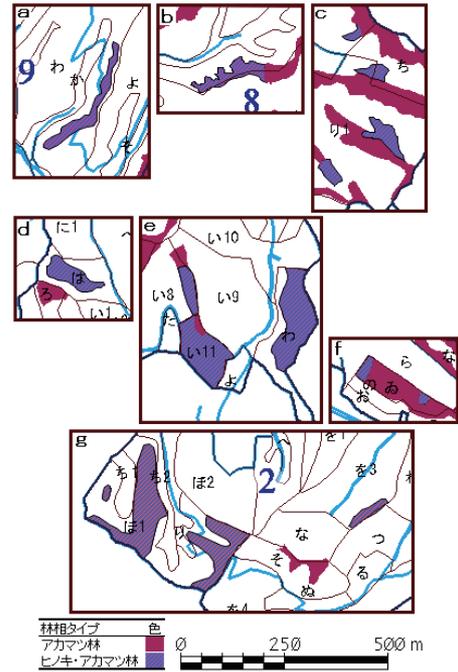
附図-20 ナラ・クリ林とヤマザクラ・クリ林の分布図



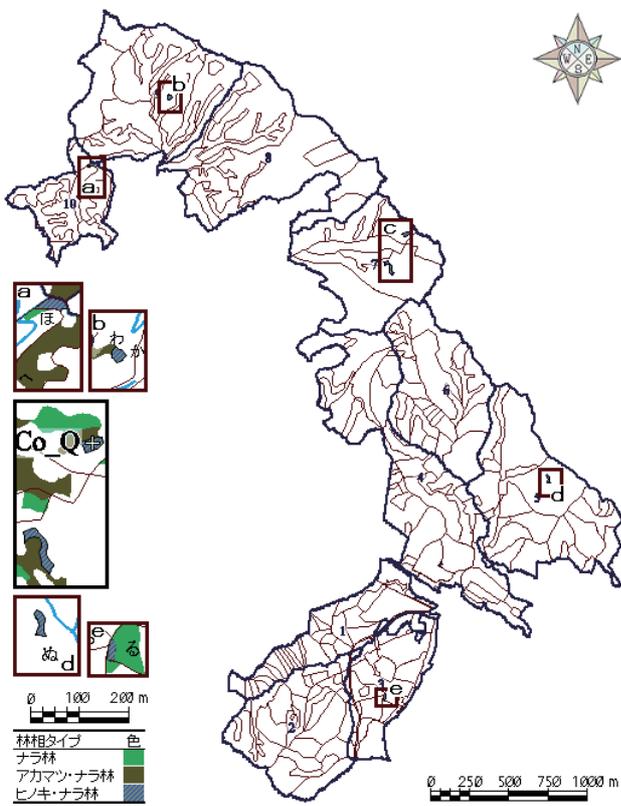
附図-21 シデ・ヤマザクラ林の分布図



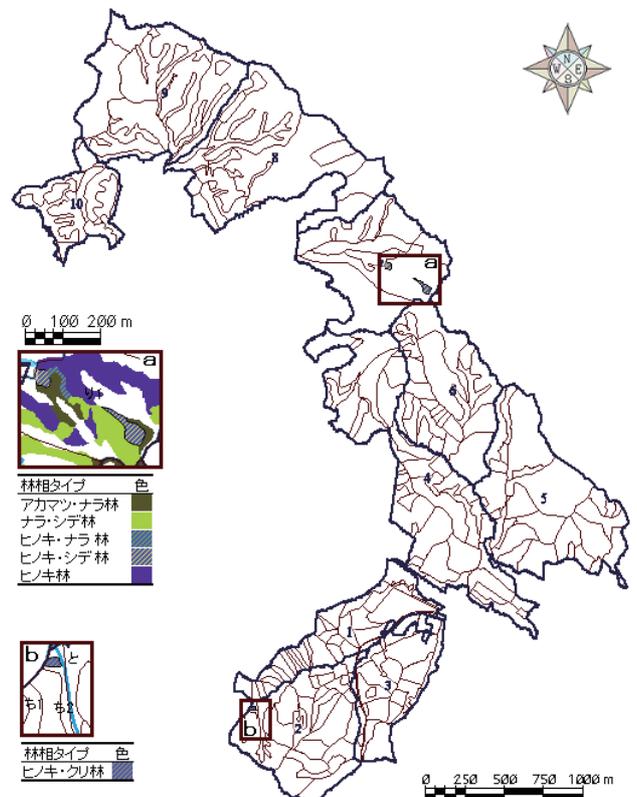
附図-22 ヒノキ・アカマツ林の分布図



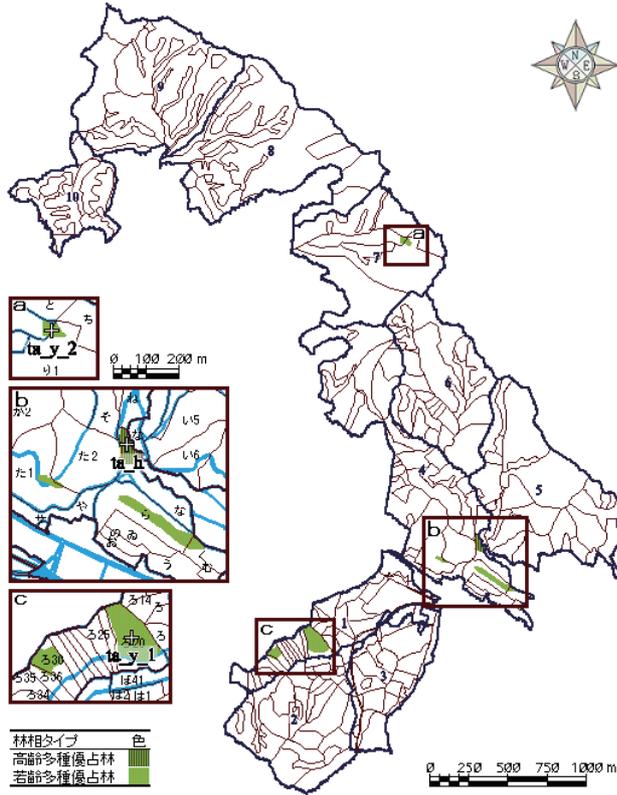
附図-23 ヒノキ・アカマツ林の分布図 (a~g)



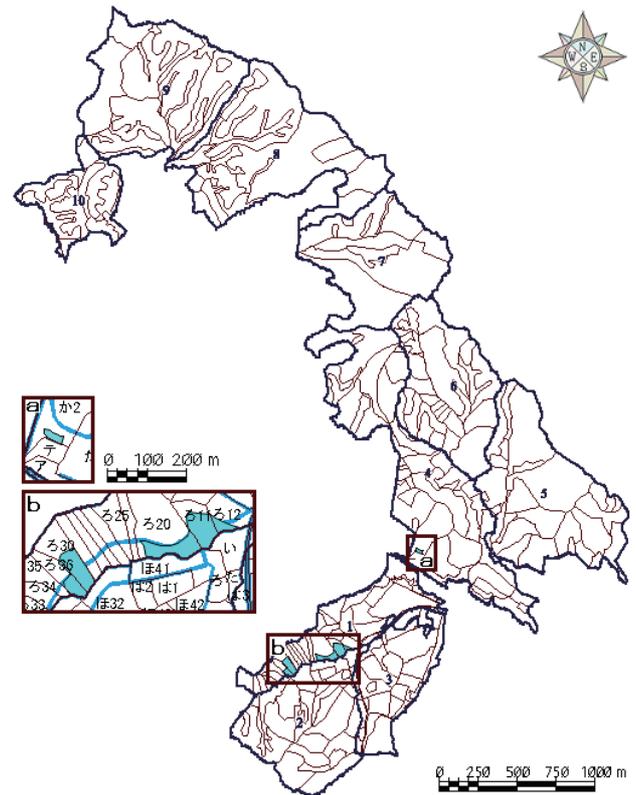
附図-24 ヒノキ・ナラ林の分布図



附図-25 ヒノキ・シデ林とヒノキ・クリ林の分布図



附図-26 高齢多種優占林と若齢多種優占林の分布図



附図-27 タケ・ササの分布図

附表-2 各林相タイプの毎木調査プロットにおける種ごとのBA合計 (m<sup>3</sup>/ha) と幹数 (本/ha)

種名	Pj_1	Pj_2	Pj_3	Zs	Cc_1	Cc_2	Pd_C	Pd_Pj_1	Pd_Pj_2	Pd_Pj_3											
	1・ろ13	1・は	2・ほ40	4・い1	6・を	1・ろ10	4・い2	い・ろ13	8・へ	4・た2											
	26	56	95	94	43	90	94	26	45	97											
	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数									
コナラ	Quercus serrata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.									
ミズナラ	Quercus mongolica var. crispula	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.									
アカマツ	Pinus densiflora	1.1	100	5.4	100	.	.	.	.	.	.	.									
ヤマザクラ	Prunus jamasakura	23.6	1000	16.1	300	38.3	400	.	.	.	.	.									
アカシデ	Carpinus laxiflora	.	.	3.1	300	.	.	2.0	400	.	.	.									
イヌシデ	Carpinus tschonoskii	.	.	.	.	0.9	100	.	.	.	.	.									
リョウブ	Clethra barbinervis	.	.	0.2	100	.	.	.	.	.	.	.									
クリ	Castanea crenata	.	.	.	.	.	.	32.3	600	16.7	700	.									
ケヤキ	Zelkova serrata	.	.	.	.	54.6	200	.	.	.	.	.									
アオハダ	Ilex macropoda	.	.	2.7	400	3.1	200	.	.	.	.	.									
ホオノキ	Magnolia obovate	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.									
エゴノキ	Styrax japonica	.	.	.	.	.	.	0.2	100	.	.	.									
ネジキ	Lyonia ovalifolia var. elliptica	.	.	0.3	100	0.2	100	.	.	.	.	.									
ヒノキ	Chamaecyparis obtusa	.	.	.	.	0.2	100	.	.	.	.	.									
カスミザクラ	Prunus verecunda	6.1	400	.	.	.	.	.	.	.	.	.									
ミズキ	Cornus controversa	.	.	.	.	13.4	200	.	.	.	.	.									
アオダモ	Fraxinus sieboldiana	.	.	0.4	100	.	.	.	.	0.9	100	.									
モミ	Abies firma	.	.	.	.	.	.	.	.	0.5	100	.									
クマシデ	Carpinus japonica	.	.	.	.	.	.	.	.	0.3	100	.									
スギ	Cryptomeria japonica	.	.	8.7	100	.	.	.	.	.	.	.									
タカノツメ	Evodiopanax innovans	.	.	.	1.2	100	.	.	.	.	.	.									
ウリカエデ	Acer crataegifolium	.	.	.	.	.	.	1.2	400	.	.	.									
マンサク	Hamamelis japonica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.2	100									
イロハモミジ	Acer palmatum	.	.	.	.	6.3	900	.	.	.	.	.									
イタヤカエデ	Acer mono var. marmoratum f. heterophyllum	.	.	.	2.0	100	.	.	.	.	.	.									
ウラジロノキ	Sorbus japonica	.	.	.	.	.	.	.	.	0.2	100	.									
アカメガシワ	Mallotus japonicus	.	.	.	.	.	.	.	.	1.9	100	.									
シラキ	Sapium japonicum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.1	100									
ヤマウルシ	Rhus trichocarpa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.6									
ゴンズイ	Euscaphis japonica	.	.	.	.	.	.	.	.	0.2	100	.									
総計		30.9	1500	36.7	1500	45.1	1000	75.2	1400	41.4	1600	25.9	1400	58.8	1300	22.6	2400	54.0	2600	49.0	900

附表-3 各林相タイプの毎木調査プロットにおける種ごとのBA合計 (m<sup>3</sup>/ha) と幹数 (本/ha)

種名	Q.Pj_1		Q.Pj_2		Q.Pj_3		Q.Pj_4		Q.Pj_5		Q.Pj_6		Q.Pj_7		Q.Pj_8		Q.Pj_9		Q.Pj_10				
	6・る		6・を		8・へ		4・れ		6・へ		6・ほ		6・へ		6・ち		4・い2		4・い1				
	38	43	45	49	51	57	51	57	51	57	94	94											
	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数			
コナラ	<i>Quercus serrata</i>	8.3	300	17.2	700	23.0	600	7.6	200	26.1	700	13.5	200	1.7	100	12.9	200	19.6	500				
ミズナラ	<i>Quercus mongolica</i> var. <i>crispula</i>	15.3	400	18.5	400							5.9	100	24.0	400	12.6	200						
アカマツ	<i>Pinus densiflora</i>						11.9	300					8.8	200									
ヤマザクラ	<i>Prunus jamasakura</i>	11.3	300	6.5	300	31.7	900	11.0	400	7.9	300	19.2	700	11.3	300	14.7	300	22.1	200	13.2	300		
アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i>			2.4	400	0.3	100	1.6	400	1.4	100	4.5	200	0.3	100			1.6	100	5.5	300		
イヌシデ	<i>Carpinus tschonoskii</i>											9.1	500										
リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i>					0.2	100	0.9	400					0.9	300	4.9	600			5.0	700		
クリ	<i>Castanea crenata</i>	1.3	100																				
イヌブナ	<i>Fagus japonica</i>																				0.4	100	
アオハダ	<i>Ilex macropoda</i>													1.8	400			0.4	100				
ホオノキ	<i>Magnolia obovate</i>								0.5	100													
エゴノキ	<i>Styrax japonica</i>	1.0	300	0.6	100									0.8	200	0.5	200			4.2	200		
ネジキ	<i>Lyonia ovalifolia</i> var. <i>elliptica</i>																				0.8	300	
カスミザクラ	<i>Prunus verecunda</i>																					5.3	200
ツガ	<i>Tsuga sieboldii</i>						0.2	100															
アオダモ	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.7	100															0.9	300				
クマシデ	<i>Carpinus japonica</i>											3.5	200										
スギ	<i>Cryptomeria japonica</i>				5.4	600																	
タカノツメ	<i>Evodiopanax innovans</i>	0.2	100																				
ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i>													1.4	100								
ウリカエデ	<i>Acer crataegifolium</i>	0.6	200											0.7	100								
ウラジロノキ	<i>Sorbus japonica</i>																	0.3	100				
ハクウンボク	<i>Styrax obassia</i>																					0.5	100
ミヤマガマズミ	<i>Viburnum wrightii</i>								0.5	100													
アズキナシ	<i>Sorbus alnifolia</i>	0.8	100																				
コシアブラ	<i>Acanthopanax sciadophylloides</i>													1.6	200								
ガマズミ	<i>Viburnum dilatatum</i>	0.9	400																				
ヒナウチワカエデ	<i>Acer tenuifolium</i>											0.3	100										
エンコウカエデ	<i>Acer cissifolium</i>													0.3	100								
ノリウツギ	<i>Hydrangea paniculata</i>															0.2	100						
総計		40.5	2300	45.2	1900	60.5	2300	33.2	1800	36.5	1300	56.1	2000	52.1	2400	34.7	1500	38.3	1000	54.4	2700		

附表-4 各林相タイプの毎木調査プロットにおける種ごとのBA合計 (m<sup>3</sup>/ha) と幹数 (本/ha)

種名	Q.Cc		C.Pj_1		C.Pj_2		C.Pj_3		Pj.Cc		Co.Q		ta_h		ta_y_1		ta_y_2		
	6・を		4・へ		6・ほ		1・は		1・ろ10		7・と		4・な		7・い2		1・ろ20		
	43	45	57	56	90	105	61	37	90										
	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	BA	幹数	
コナラ	<i>Quercus serrata</i>	9.7	400								5.5	100			3.0	100	0.7	300	
ミズナラ	<i>Quercus mongolica</i> var. <i>crispula</i>	5.1	300								14.3	300			11.0	700	3.1	600	
アカマツ	<i>Pinus densiflora</i>												11.5	100	1.2	100			
ヤマザクラ	<i>Prunus jamasakura</i>			46.2	700	41.0	600	14.0	400	9.0	800			10.3	100	3.3	200	0.2	100
アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i>	0.5	200	6.5	600	5.7	400			0.3	100			1.2	200	4.1	600		
イヌシデ	<i>Carpinus tschonoskii</i>					20.2	800												
リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i>	1.9	600																
クリ	<i>Castanea crenata</i>	12.3	300							7.7	300							4.3	500
アオハダ	<i>Ilex macropoda</i>						0.2	100											
ホオノキ	<i>Magnolia obovate</i>								0.4	100					3.3	300			
エゴノキ	<i>Styrax japonica</i>			2.8	100	0.2	100	1.2	100				0.2	100			0.6	200	
ヒノキ	<i>Chamaecyparis obtusa</i>						6.8	100			6.9	1000							
カスミザクラ	<i>Prunus verecunda</i>										0.9	100			0.3	100			
ツガ	<i>Tsuga sieboldii</i>						12.6	100											
ミズキ	<i>Cornus controversa</i>								1.2	100									
アオダモ	<i>Fraxinus sieboldiana</i>																	0.5	200
モミ	<i>Abies firma</i>	0.3	100						0.3	100			10.0	100					
クマシデ	<i>Carpinus japonica</i>								0.4	100									
タカノツメ	<i>Evodiopanax innovans</i>	0.2	100																
ウワミズザクラ	<i>Prunus grayana</i>														0.5	100	0.3	100	
ウリカエデ	<i>Acer crataegifolium</i>												0.3	100	1.2	400	0.6	100	
マンサク	<i>Hamamelis japonica</i>														0.8	300			
イタヤカエデ	<i>Acer mono</i> var. <i>marmoratum</i> f. <i>heterophyllum</i>				0.4	100													
ウラジロノキ	<i>Sorbus japonica</i>														0.3	100			
アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>								4.6	400									
サワシバ	<i>Carpinus cordata</i>						5.4	200											
ミズメ	<i>Betula grossa</i>														2.3	400			
ヤマウルシ	<i>Rhus trichocarpa</i>																	0.3	100
ヒナウチワカエデ	<i>Acer tenuifolium</i>														0.2	100			
ヌルデ	<i>Rhus javanica</i>																	0.7	100
シラカシ	<i>Quercus myrsinaefolia</i>												0.3	100					
総計		30.0	2000	55.5	1400	67.5	2000	40.4	1000	23.8	2000	27.6	1500	33.7	800	31.6	3500	11.3	2300



写真-1 アカマツ林 (7林班り1小班)  
(2009年9月3日新井潤子撮影)



写真-2 アカマツ林 (1林班ろ12小班)  
(2009年9月16日新井潤子撮影)



写真-3 ナラ林 (4林班れ1小班)  
(2009年9月8日新井潤子撮影)



写真-4 ナラ林 (8林班ろ1小班)  
プロットQ\_11 (2009年9月18日新井潤子撮影)



写真-5 シデ林 (4林班い1小班)  
(2009年8月12日新井潤子撮影)



写真-6 シデ林 (7林班ち1小班)  
(2009年9月15日新井潤子撮影)



写真-7 ヤマザクラ林 (1林班は1小班)  
プロットP1\_2 (2009年9月16日新井潤子撮影)



写真-8 ケヤキ林 (4林班い1小班)  
プロットZs (2009年9月8日新井潤子撮影)



写真-9 ケヤキ林 (5林班い6小班)  
(2009年12月9日新井潤子撮影)



写真-10 ハンノキ林 (2林班ね1小班)  
(2009年10月21日新井潤子撮影)



写真-11 アカマツ・ナラ林 (6林班ち1小班)  
(2009年4月11日新井潤子撮影)



写真-12 アカマツ・ナラ林 (4林班ぬ1小班)  
(2009年10月7日新井潤子撮影)



写真-13 アカマツ・ヤマザクラ林 (8林班へ小班)  
(2009年9月8日新井潤子撮影)



写真-14 ナラ・シデ林 (7林班り1小班)  
プロットPd\_Pj\_2 (2009年9月18日新井潤子撮影)



写真-15 ナラ・シデ林 (4林班わ小班)  
(2009年10月7日新井潤子撮影)



写真-16 ナラ・ヤマザクラ林 (4林班れ小班)  
プロットQ\_Pj\_4 (2009年12月9日新井潤子撮影)



写真-17 シデ・ヤマザクラ林 (6林班ほ小班)  
プロットC\_Pj\_2 (2009年8月11日新井潤子撮影)



写真-18 ヒノキ・アカマツ林 (2林班ほ1小班)  
(2009年10月21日新井潤子撮影)



写真-19 ヒノキ・クリ林 (2林班ち2小班)  
(2009年10月21日新井潤子撮影)



写真-20 高齢多種優占林 (4林班な小班)  
プロットta\_h (2009年12月9日新井潤子撮影)



写真-21 若齢多種優占林 (1林班ろ30小班)  
(2009年9月16日新井潤子撮影)



写真-22 若齢多種優占林 (4林班ら小班)  
(2009年9月17日新井潤子撮影)



写真-23 タケ・ササ (1林班ろ30小班)  
(2009年9月16日新井潤子撮影)



写真-24 タケ・ササ (4林班テ小班)  
(2009年10月19日新井潤子撮影)